







Est 298

W- 157

ENTRETIENS SUR LA CAUSE DE L'INCLINAISON DES ORBITES DES PLANETES.

Où l'on répond à la Question proposée par l'ACADEMIE
ROYALE DES SCIENCES, pour le sujet du Prix
des années 1732. & 1734.

Par M. BOUGUER de la même Académie.

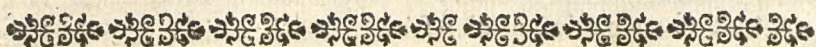
SECONDE EDITION.

*Dans laquelle on a saisi l'occasion d'examiner quelle est l'étendue du
Mécanisme ou des loix de Physique.*



A PARIS, QUAY DES AUGUSTINS,
Chez CH. ANT. JOMBERT, Libraire du Roi pour l'Artillerie & le
Génie, au coin de la rue Gille-Cœur, à l'Image Notre-Dame.

M. DCC. XLVIII.



PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre :
A nos amés & féaux Conseillers les gens tenant nos Cours de
Parlement, Maîtres de Requêtes ordinaires de notre Hôtel, grand
Conseil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans
Civils, & autres nos Justiciers qu'il apartiendra, Salut.

Notre Académie Royale des Sciences nous a très-humblement
fait exposer, que depuis qu'il nous a plû lui donner par un Re-
glement nouveau de nouvelles marques de notre affection, elle
s'est apliquée avec plus de soin à cultiver les Sciences qui font
l'objet de ses exercices; en sorte qu'outre les Ouvrages qu'elle
a déjà donnés au Public, elle seroit en état d'en produire encore
d'autres, s'il nous plaisoit lui accorder de nouvelles Lettres de
Privileges, attendu que celles que Nous lui avons accordées en
date du sixième Avril 1699, n'ayant point eu de tems limité,
ont été déclarées nulles par un Arrêt de notre Conseil d'Etat du
treizième Août 1713. celles de 1704, & celles de 1717. étant
aussi expirées. Et désirant donner à notredite Académie en Corps
& en particulier, & à chacun de ceux qui la composent; toutes
les facilités & les moyens qui peuvent contribuer à rendre leurs tra-
vaux utiles au Public: Nous avons permis & permettons par ces
Présentes à notredite Académie de faire imprimer, vendre ou
débiter dans tous les Lieux de notre obéissance, par tel Imprimeur
ou Libraire qu'elle voudra choisir, en telle forme, marge, carac-
tere, & autant de fois que bon leur semblera, toutes les re-
cherches ou Observations journalieres, & Relations annuelles de
tout ce qui aura été fait dans notre Académie Royale des Scien-
ces; comme aussi les Ouvrages, Mémoires ou Traités de chacun
des Particuliers qui la composent, & généralement tout ce que no-
tredite Académie jugera à propos de faire paroître, après avoir
fait examiner lesdits Ouvrages, & jugé qu'ils sont dignes de l'Im-
pression. Et ce pendant le tems & espace de six années consécu-
tives, à compter du jour de la date desdites Présentes. Faisons dé-
fenses à toutes sortes de Personnes de quelque qualité & condi-
tion qu'elles soient d'en introduire d'impressions étrangères dans
aucun lieu de notre obéissance, comme aussi à tous Imprimeurs,
Libraires, & autres, d'imprimer, faire imprimer, vendre, faire
vendre, débiter, ni contrefaire lesd. Ouvrages ci-dessus spécifiés,

en tout ni en partie , ni d'en faire aucuns Extraits , sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation ou correction , changement de titre , même en feuillets séparés , ou autrement sans la permission expresse & par écrit de notre Académie , ou de ceux qui auront droit d'elle , ou les ayans causes ; à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits , de dix mille livres d'amende contre chacun des contrevenans , dont un tiers à Nous , un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris , l'autre tiers au dénonciateur , & de tous dépens , dommages & intérêts ; à la charge que ces Présentes seront enrégistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris dans trois mois de la date d'icelles ; que l'impression desdits Ouvrages sera faite dans notre Royaume & non ailleurs , & que notre Académie se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie , & notamment à celui du 10. Avril 1723. & qu'avant de les exposer en vente les Manuscrits ou Imprimés qui auront servi de copie à l'impression desd. Ouvrages , seront remis dans le même état avec les approbations & certificats es mains de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le sieur Chauvelin , & qu'il en sera ensuite remis deux exemplaires de chacun dans notre Bibliothèque Publique , un dans celle de notre Château du Louvre , & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Garde des Sceaux de France le sieur Chauvelin ; le tout à peine de nullité des Présentes : du contenu desquelles Nous mandons & enjoignons faire jouir notred. Académie , ou ceux qui auront droit d'elle ou les ayans causes , pleinement & paisiblement sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie desd. Présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin desd. Ouvrages , soit tenue pour dûement signifiée , & qu'aux copies collationnées , par l'un de nos amés & féaux Conseillers & Secrétaires , foi soit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles , tous actes requis & nécessaires. Car tel est notre plaisir.

Donné à Paris le 21. jour de Janvier l'an de grace mil sept cens trente quatre , & de notre règne le dix-neuvième. Par le Roi en son Conseil.

SAINSON.

Contrôlé.



P R É F A C E.



DEPUIS que j'eus le bonheur il y a environ deux ans de posséder à la campagne mes trois amis Ariste , Théodore & Eugene , à qui je dois les Entretiens suivans , il ne m'a pas été possible de les rassembler , & je n'ai même pû recevoir des nouvelles que d'Eugene. Les deux autres ont entrepris différens voyages qui ont interrompu un commerce que je ne pouvois pas manquer de cultiver avec soin. C'est ce qui m'oblige de soumettre au jugement de l'ACADEMIE la Pièce que j'avois déjà eu l'honneur de lui présenter en 1731 ; & j'y joins seulement cette Préface , qui en contiendra une espèce d'extrait , avec la confirmation de divers Articles. * Si j'avois pû avoir le consentement de Théodore , j'eusse retranché , ou au moins abrégé différentes choses du premier Entretien , qui tendent à prouver que les attractions de M. Newton bien loin d'être contraires à la Philosophie de M. Descartes , en sont plutôt le supplément & la perfection ; en ce qu'elles peuvent appartenir aussi-bien au

* Laisant à part la fiction dont l'Auteur étoit obligé de se servir pour ne pas se faire connoître , on sçaura qu'il lui étoit bien permis de faire valoir le droit qu'il pouvoit avoir au Prix , mais qu'il ne pouvoit s'en acquérir de nouveau , parce que l'Académie lui avoit fait l'honneur de le compter au nombre de ses Membres vers la fin de 1731.

Méchanisme que les loix du mouvement avec lesquelles elles n'ont rien d'incompatible, & dont au contraire elles occasionnent souvent l'exercice. Toutes ces diverses loix ne peuvent en effet que se compliquer entr'elles ; les unes ne sont point une infraction aux autres. L'absence de Théodore m'a empêché de rien changer : mais au reste , plus j'ai examiné le fond des trois Entretiens , plus je me suis confirmé dans la pensée où j'étois , qu'il n'est pas possible d'expliquer autrement l'obliquité du cours des Planetes. Il m'est permis de parler de la sorte , & mes trois amis le pourroient faire aussi ; puisqu'ils n'ont rien avancé & que je n'ai aussi rien écrit , que sur la foi des démonstrations , & qu'après y avoir été comme forcé par le degré d'évidence , dont ces matières sont susceptibles. Mais ce n'est pas malheureusement assez pour qu'un ouvrage soit bon , qu'il ne contienne que des vérités démontrées , autant qu'elles puissent l'être ; il faut encore que ces vérités soient expliquées avec clarté , & qu'elles soient mises dans une certaine disposition qui leur est presque toujours nécessaire , pour frapper l'esprit des Lecteurs. Sur cela , je dois me charger sans difficulté de toute la faute , & déclarer que les trois Entretiens que je présente , ne peuvent pas manquer d'avoir perdu beaucoup de leur prix , en passant entre mes mains. Tout ce qui me rassure , c'est que si la vérité exposée avec peu d'adresse , tombe quelquefois dans l'obscurité ; ce n'est pas devant un Tribunal aussi éclairé que celui qui doit prononcer dans cette rencontre.

I.

J'ai dit que si j'avois cru le pouvoir faire pendant l'absence de Théodore , j'eusse abrégé l'endroit du premier Entretien , dans lequel il s'agit des attractions. Ce n'est pas que je ne croye que les raisonnemens de Théodore

ne soient assés fondés : Car il me paroît qu'il faut suivre nécessairement la voye qu'il indique , pour découvrir toutes les loix de la Nature. M. Descartes vouloit qu'on fermât les yeux , qu'on rentrât en soi-même , & qu'en examinant dans le silence des sens extérieurs les propriétés de la matiere ou de l'étenduë , on tâchât de deviner comment les choses ont été faites. Mais on ne peut point apprendre de cette sorte si l'ETRE SUPREME s'est contenté d'établir une seule loi , cette loi par exemple , que tous les corps doivent se mouvoir en ligne droite , ou s'il a jugé à propos d'en établir plusieurs , qui doivent se combiner avec celle-ci.

Ce n'est nullement ici le cas en effet, où nous puissions en saisissant les choses dans leur origine , en juger à *priori*. Lorsqu'on suit la methode de M. Descartes , c'est comme si on vouloit se mettre à la place du Créateur , & se charger de la commission trop téméraire pour nous de chercher dans la région des possibles les dispositions qui étoient les plus convenables. Mais, en vérité , ne sent-on pas qu'une pareille entreprise est infiniment au-dessus de nos forces, & qu'elle demande une étenduë de lumieres que nous n'avons pas , & que nous ne pouvons avoir ? Il est certain que le Tout dont la Nature nous offre le spectacle , n'est pas moins marqué au coin de l'intelligence infinie qui l'a si sagement disposé , qu'il l'est au coin de la puissance sans borne qui l'a tiré du néant. M. Descartes , à qui d'ailleurs toutes les sciences ont tant d'obligations , le restaurateur ou plutôt l'instituteur de la Physique , le Promoteur des Mathématiques , celui pour tout dire qui a perfectionné le plus dans ces derniers tems le grand art de penser , étoit presque tenté de croire qu'il ne lui manquoit que du pouvoir , pour se trouver en état de nous fournir un Monde comme le nôtre ; mais quelle présomption , & qu'il manquoit d'autres choses au grand Descartes comme à nous tous ! Reconnoissons donc que nous devons suivre

une route directement opposée à celle que nous prescrivait ce Philosophe. Nous devons considérer l'Univers par parties , ou le décomposer , pour ainsi dire ; afin de diminuer les difficultés de l'examen , & de simplifier nos expériences. Nous réussirons au moins de cette sorte à trouver des vérités d'induction , si nous ne sommes pas assez heureux pour remonter jusqu'aux vraies causes. Il faut pour tout cela faire usage de ses sens , il faut ouvrir les yeux , faire une grande attention aux phénomènes : & si l'on parvient à démontrer qu'il y en ait un seul qu'on ne puisse expliquer par les loix du mouvement , il faudra alors recourir nécessairement à quelque autre principe qui trouvera également sa force comme les autres dans la volonté de l'Ordonnateur ou de l'Instituteur de toutes choses.

Mais si cet article du premier Entretien ne laisse pas d'être exact , on peut le regarder d'un autre côté comme formant une digression un peu longue ; & nous sommes persuadés que Théodore , malgré son zèle pour la Philosophie Angloise en conviendrait maintenant ; d'autant plus que dans tout le reste on ne fait pas grand usage des attractions. On avoit néanmoins de bonnes raisons pour ne pas supprimer entièrement cet endroit , supposé qu'on eut pris le parti d'y toucher. Tout le monde s'accordoit alors en France à tenir le même langage sur le chapitre de la Physique Cartésienne : On entendoit retentir par tout qu'il ne falloit que du mouvement & de l'étendue diversément configurée , pour produire cette admirable variété que nous voyons dans la Nature. Le Livre de M. de Maupertuis , qui a rapport à cette matière & qui a pour titre , *Discours sur la figure des Astres* , ne parut qu'en 1733 , plus d'un an & demi après qu'on eut présenté à l'Académie les trois Entretiens suivans , lesquels perdirent entre les mains des Juges & de M. de Maupertuis même une priorité de date qu'ils avoient. Il n'étoit donc pas hors de saison d'exposer une partie

des raisons qu'on avoit de soupçonner que les principes reçus comme uniques, n'étoient pas absolument exclusifs. On vouloit au moins insinuer que c'étoit avec quelque sorte de peine qu'on se renfermoit dans des moyens d'explication qui, peut-être, n'étoient pas suffisans. Maintenant que cet Ouvrage est destiné à suivre le même sort que plusieurs autres qui lui sont certainement fort supérieurs, nous avons crû que nous lui donnerions quelque utilité, en saisissant l'occasion qu'il nous offre, de comparer un système à l'autre, & d'aider les Lecteurs à faire un choix. C'est ce qui nous a invité à ne rien retrancher dans cette seconde Edition : Nous avons au contraire ajouté considérablement ; tantôt en approfondissant davantage la nature des attractions, tantôt en tâchant de mesurer la juste étendue du Méchanisme ordinaire. Mais nous avons mis le plus souvent nos additions sous la simple forme de remarques, afin de moins troubler nos trois Philosophes dans leur conversation.

Après cette exposition des différens principes de Physique, dont on pouvoit faire usage & sur lesquels il étoit bon au moins de proposer ses doutes, on passe à l'examen du fond de la question. On prouve d'abord contre le sentiment particulier de plusieurs Cartésiens que les inclinaisons dont il s'agit ne sont pas causées par la matiere du tourbillon ou par le fluide qui se trouve refermé entre les Planetes, lorsqu'elles passent vis-à-vis les unes des autres, & qui les pousse chacune de leur côté par l'effort qu'il fait pour s'étendre. Cette cause, comme on le démontre, ne peut que faire varier un peu les inclinaisons, les faire tantôt augmenter & tantôt diminuer ; mais ne peut pas les avoir produites, ni les avoir portées au point où elles sont.

L'obliquité des orbites ne peut pas venir non plus de la figure irréguliere de la Planete, qui, frappée obliquement se détourne selon une certaine ligne. Supposé que la Planete, au lieu d'être exactement sphérique, soit

un sphéroïde oblong ou aplati, & que sa situation dépende absolument du choc du fluide, elle ne pourra en affecter une, que lorsque la direction de l'impulsion passera par son centre de gravité ou de masse. Ainsi elle présentera naturellement au choc ou un de ses poles ou son équateur; & il ne faudra nullement, comme quelques-uns l'ont fait, la comparer à un bateau qui est sujet à quelque déviation dans sa route. Le Navire n'embrasse une direction oblique que parce qu'il est exposé en même-tems à l'action de deux fluides dont les impulsions doivent se mettre en équilibre: Au lieu que s'il n'étoit livré qu'à la seule action d'un courant, il cederait bien-tôt à la force extérieure qui agiroit contre lui; il iroit de compagnie avec toutes les parties du fluide qui l'environneroient, il en prendroit toute la vitesse & il conserveroit la dernière situation dans laquelle il se seroit trouvé. C'est aussi ce qu'on infere ici à l'égard des mouvemens célestes, après avoir fait plusieurs réflexions sur les divers changemens que peuvent recevoir leurs directions. On insiste principalement sur la manière de connoître si ces changemens sont causés par un fluide trop resserré qui pousse en dehors, ou par les attractions qui tendent à tout rapprocher. Ces discussions sont de la plus grande importance pour l'Astronomie Physique & pour la Physique même; puisqu'elles éclairent mieux que toutes les autres le Physicien qui n'a point encore pris de parti. On regarde enfin comme démontré que si les Planetes sont entraînées par un fluide, elles en suivent toujours à très-peu près la direction, & que s'il étoit possible qu'elles s'en écartassent d'un côté ou d'autre, elles y seroient bien-tôt sensiblement ramenées, par le choc latéral auquel elles seroient exposées.

II.

Tout cela semble confirmer le sentiment qu'on tâche d'établir dans le second Entretien. On peut, en suivant

L'Hypothese des Tourbillons du fameux Descartes, embrasser deux différentes opinions sur l'obliquité du cours des Planetes, & du mouvement des couches à peu près Sphériques, dont les tourbillons sont formés. Ou bien dans le commencement des choses, toutes les parties de chaque tourbillon circuloient exactement dans le même sens, & elles ont ensuite un peu changé de chemin : ou bien toutes les parties de matière, mûes par une premiere impression, suivoient d'abord une infinité de diverses routes ; mais après s'être choquées une infinité de fois, elles ont pris des directions moins obliques les unes par rapport aux autres ; & si elles ne s'accordent pas encore à se mouvoir sensiblement dans le même sens, c'est parce qu'elles n'ont pas eu tout le tems de s'y assujettir. Les choses, selon ces deux opinions, partent de deux points bien différens, pour venir à l'état d'obliquité où nous les voyons ; elles partent ou du plus exact parallelisme ou de la plus grande diversité de directions.

Mais il me paroît que le premier sentiment n'est pas soutenable. Si toute la matière du tourbillon s'étoit mûe d'abord dans le même sens, rien ensuite ne l'auroit pû faire changer de chemin, & on verroit encore toutes les Planetes circuler aujourd'hui dans le plan de l'écliptique, & tourner toutes aussi sur leur propre centre exactement dans le même sens. Il est vrai que lorsque les Planetes se trouveroient héliocentriquement en conjonction, il arriveroit quelque changement dans leurs cours par la réaction du fluide qui se trouveroit resserré entre deux : mais le changement ne seroit que passager, & seroit sujet à une alternative continuelle ; à peu près comme celui des 20 minutes qu'on observe dans la plus grande latitude de la Lune.

Nous devons ajouter encore cette nouvelle considération, que si les Planetes pouvoient être détournées de leurs directions, le Soleil qui occupe le centre du tourbillon, devroit au moins toujours faire ses circulations

sur son propre centre dans le même sens ; & ce seroit aussi la même chose de chaque Planete considérée par rapport au petit tourbillon qui l'enveloppe. Notre petit tourbillon , par exemple , doit circuler vers ses extrémités à peu près dans le sens de l'écliptique , c'est ce que nous sçavons par le mouvement de la Lune : au lieu que nous voyons que notre Terre fait ses révolutions journalieres selon une direction qui diffère de 23 deg. 28 $\frac{1}{2}$ min. de l'écliptique. Or peut-on imaginer quelque cause , qui ait pû faire tourner la Terre sur son centre dans un sens si éloigné de celui que suit toute la matiere éthérée qui nous environne ? Suposons même que la direction des couches supérieures de notre petit tourbillon ait été un peu changée par quelque agent extérieur ; suposons qu'elle ait été altérée de cinq ou six degrés : la Terre devroit toujours faire ses révolutions sur son propre centre dans le même sens , ou n'auroit tout au plus changé de directions , que de quelques degrés. En effet si une boule tourne sur son centre , pendant qu'un fluide tourne autour d'elle précisément dans le même sens ; il est certain que si l'on cause quelque changement dans le cours du fluide , ce changement ne se communiquera qu'en partie à la boule & que la boule n'en recevra jamais de plus grand.

Ainsi bien loin de croire que toutes les parties de matiere , aient été mûes dans le commencement des choses précisément dans le même sens , & qu'elles aient ensuite perdu cette conformité de directions ; nous devons assurément au contraire , & nous devons regarder cela comme démontré , que les parties d'éther ont été portées de différens côtés par la premiere impression qu'elles ont reçues ; & que si nous voyons que presque toutes les Planetes suivent encore dans leur circulation annuelle autour du Soleil , & dans leur révolution particuliere sur leur propre centre , des directions fort différentes , c'est par un reste de cette confusion ou de ce désordre dans lequel étoit d'abord toute la matiere.

C'est

C'est aussi ce qui s'accorde parfaitement avec la Tradition des Egyptiens que Hérodote nous a conservée, que l'équateur de notre Terre étoit autrefois perpendiculaire à l'écliptique. Cependant, nous disons simplement que notre sentiment est comme démontré: Car outre que les choses de Physique ne sont pas susceptibles comme celles de Géométrie, de démonstrations rigoureuses, nous sommes encore très-persuadés qu'on ne doit rien avancer qu'avec beaucoup de réserve, lorsqu'on entreprend de pénétrer dans le secret de l'origine des choses. Nous voudrions bien ne pas tomber dans le défaut qu'on est si fort en droit de reprocher à M. Descartes. Mais enfin si les tourbillons n'ont point été formés de la manière dont nous le disons: il est toujours très-certain que tout est actuellement disposé, comme si la matière avoit d'abord été mûe selon une infinité de divers sens. Les parties qui forment chaque couche sphérique, ont dû s'obliger aisément par le choc à suivre exactement le même chemin; c'est pourquoi toutes ces parties ont décrit presque dès le commencement, des cercles exactement parallèles. Mais il est évident que les couches n'ont pas pu assujettir de la même manière leurs voisines à prendre la même direction: Car elles ne peuvent agir que très-peu les unes sur les autres; elles ne peuvent agir que par voye de friction, & que parce qu'il y a toujours entr'elles, malgré l'extrême fluidité de l'éther, quelque espèce d'engrènement. Ainsi, quoique le mouvement des unes influë toujours un peu sur le mouvement des autres, & que leurs directions deviennent continuellement plus conformes, il n'est point étonnant que nous remarquions encore aujourd'hui une grande obliquité dans tous les mouvemens célestes.

Ce que nous disons ici se trouve confirmé, autant qu'il puisse l'être, par l'état où nous voyons les choses. Il est certain que la grandeur de l'action des couches d'un tourbillon les unes sur les autres, dépend du plus

ou du moins de vitesse de ces couches ; & aussi sçavons-nous qu'il y a une plus grande conformité de directions , dans tous les tourbillons particuliers où il y a plus de mouvement. Nous pouvons juger , par exemple , par la grande vitesse avec laquelle tourne Jupiter sur son centre , & par la promptitude de la circulation de ses satellites , que les couches sphériques dont le tourbillon particulier qui environne cette Planete , est formé , ont dû agir avec une grande force les unes sur les autres , & mettre une prompte conformité entre leurs directions. C'est ce qui est cause qu'il se trouve moins d'obliquité dans Jupiter que dans toutes les autres Planetes , entre l'équateur selon lequel se font les révolutions journalieres , & l'Orbite selon laquelle se font les circulations annuelles autour du Soleil.

Si nous examinons maintenant le petit tourbillon particulier qui environne la Terre , & que nous fassions attention qu'il tourne avec beaucoup moins de vitesse , nous reconnoissons que l'action des couches les unes sur les autres , doit être beaucoup plus foible , & qu'elle a dû travailler par conséquent avec moins d'efficacité à détruire l'obliquité des directions. C'est ce qui s'accorde encore avec l'expérience : Car la Terre en tournant sur son propre centre , & les couches d'éther qui nous environnent , suivent des routes fort différentes. Enfin , si nous considérons que le tourbillon particulier de Vénus doit tourner avec une extrême lenteur , puisque Vénus qui n'est pas plus grosse que la Terre , employe cependant 23 ou 24 fois plus de temps à faire une révolution sur son centre , nous conclurons que les couches sphériques dont ce tourbillon est formé , doivent agir encore beaucoup moins les unes sur les autres ; & aussi sçait-on par les Observations de M. Bianchini , que l'équateur de cette Planete fait encore un angle extrêmement grand , un angle d'environ 75 degrés , avec le plan de son Orbite.

Ce seroit un problème très-important à résoudre pour l'Astronomie Physique Cartésienne , mais qui est d'une discussion trop longue pour être traité avec la dernière exactitude dans une Préface ; que de chercher par quels degrés les directions des couches dont un tourbillon est formé , doivent s'approcher les unes des autres. Au lieu de considérer des surfaces sphériques , nous nous contenterons d'examiner ici en passant des surfaces planes , que nous supposerons glisser de côté les unes sur les autres ; & nous chercherons les changemens qui doivent arriver à leurs directions par le frottement. Soient donc deux plans horisontaux mis l'un sur l'autre , & qui se touchent immédiatement dans tous leurs points , & que l'un se meuve selon la direction horisontale AB , & de la quantité AB , pendant que l'autre se meut selon la direction horisontale AC de la quantité AC égale à AB . (*figure 1.*)

Comme ces deux plans ne sont pas censés se toucher par des surfaces parfaitement Mathématiques , ils seront sujets à une friction réciproque & continuelle , & il est évident que le point A de l'un & le point A de l'autre , en se rencontrant en A , se heurteront avec la vitesse respective BC ; puisque ces deux points s'éloignent l'un de l'autre de la quantité BC , pendant qu'ils parcourent les espaces AB & AC . En effet , les deux plans ont déjà quelque conformité dans leurs mouvemens : ils s'accordent à avancer selon AD ; & on peut dire qu'ils ne se meuvent point l'un par rapport à l'autre selon cette détermination. Mais ce n'est pas la même chose du mouvement latéral , de l'un selon DB , & de l'autre selon DC : Ces deux mouvemens sont contraires , & il est clair que les points des deux plans doivent se heurter avec la vitesse BC , somme des deux vitesses latérales DB & DC . Or cet espèce de choc qui se fait ainsi entre les points des deux plans , doit faire diminuer leur vitesse respective , & doit toujours la faire diminuer

d'une quantité proportionnelle , pourvû qu'il ne se fasse par le frottement aucun changement dans les petites inégalités des deux surfaces. C'est-à-dire donc , qu'après que la vitesse respective BC sera diminuée , par exemple , d'une dixième partie Bb d'un côté , & d'une dixième partie Cc de l'autre , la nouvelle vitesse respective bc qui sera plus petite , diminuera également dans un tems égal de deux de ces dixièmes parties. Ainsi on voit évidemment , que lorsque les directions AB & AC se changent continuellement en d'autres Ab & Ac , les détours successifs ne sont point égaux ; mais qu'ils sont continuellement proportionnels à la vitesse respective. Il suit de là que les lignes DB , Db , &c. qu'on peut prendre pour les tangentes de la moitié des angles BAD de l'obliquité des directions , diminuent en progression Géométrique , ou diminuent en même raison que les Ordonnées de la ligne courbe , qu'on nomme logarithmique ou logarithmique.

Mais il n'a point encore été question jusques à présent de la vitesse absolüe avec laquelle les deux plans glissent l'un sur l'autre. Il me paroît que cette vitesse n'apporte aucune différence dans l'action particulière de chaque point contre chaque point. Car que AB & AC soient deux fois plus grandes ou deux fois plus petites ; la soutendante BC fera aussi deux fois plus grande ou deux fois plus petite , de même que les petits détours Bb & Cc ; mais les angles BAb & CAc seront toujours les mêmes. Cependant l'action devient plus grande ou plus petite ; mais c'est simplement parce qu'il y a dans un tems égal un plus grand ou un moindre nombre de points qui se heurtent ou qui se froissent : de sorte qu'en égard à tout , les détours Bb & Cc , causés dans chaque instant par la friction totale , sont proportionnels aux produits des vitesses absolües AB ou AC , par les tangentes DB de la moitié des angles BAD de l'obliquité des directions. Ainsi , si nous nommons a la

ligne constante A D , x la ligne variable D B , & dx ses diminutions momentanées B b , t les temps pendant lesquels se font les changemens de directions , & dt les parties infiniment petites de ces temps , nous aurons

$x\sqrt{a^2 + x^2}$ ($= BD \times AD = BD \times \sqrt{AE^2 + DB^2}$) pour le produit qui est continuellement proportionnel à la petite diminution dx que reçoit sans cesse x ; & nous pourrons faire cette analogie , la constante a ou plutôt a^2 (afin d'observer l'Homogenité) est à dt , comme $x\sqrt{a^2 + x^2}$ est à dx : ce qui donne $dt \times x\sqrt{a^2 + x^2} = a^2 dx$, & $dt = \frac{a^2 dx}{x\sqrt{a^2 + x^2}}$. Or cette équation différentielle appartient à

l'Hyperbole équilatère comparée à son second axe , & si l'on veut pour la facilité des applications qu'on en voudra faire , la transformer en une équation logarithmique , on n'a qu'à prendre une nouvelle inconnue s ,

& supposer qu'elle est telle que $x = \frac{2\sqrt{2} \times a^2 s}{2s^2 - a^2}$, ou que

$s = \sqrt{\frac{1}{2}} \times \frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$. On trouvera effectivement , en in-

roduisant $\frac{2\sqrt{2}a^2 s}{2s^2 - a^2}$ à la place de x , & $\frac{4\sqrt{2}a^2 s^2 ds + 2\sqrt{2}a^4 ds}{2s^2 - a^2}^2$

à la place de dx , cette autre équation $dt = \frac{ads}{s}$; & on

aura par conséquent $t = L s$; ou si l'on rétablit x , on au-

ra $t = L \sqrt{\frac{1}{2}} \times \frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$, ou à cause de la nature des

logarithmes , $t = L \frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x} - \frac{1}{2} L 2$.

Cette dernière équation qui nous apprend que les tems t que les directions A B & A C mettent à changer de situation , sont proportionnels aux logarithmes de

$\frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$ moins une quantité constante b , nous

indique en même tems une propriété fort simple & fort

remarquable. Car si du point A comme centre, & de l'intervalle AD, on décrit le demi-cercle LDM, & qu'après avoir prolongé BA jusqu'en M, on tire au point M une tangente MN au cercle, & qu'on la conduise jusqu'à la rencontre de BC prolongée en N, on aura MN pour la valeur de $\frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$; puisque la ressemblance des triangles rectangles ADB & NMB, donne cette proportion, $BD = x : AD = a :: MB = MA + AB = a + \sqrt{a^2 + x^2} : MN = \frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$. Ainsi les temps t , qui sont proportionnels aux logarithmes de $\frac{a^2 + a\sqrt{a^2 + x^2}}{x}$ moins

le logarithme constant b , sont aussi proportionnels aux logarithmes de MN moins la moitié du logarithme de 2. Il est évident d'un autre côté que MN est la tangente du complément du quart de l'obliquité des directions AB, & AC; Car l'angle MAN est le complément de l'angle ANM, qui est la moitié de l'angle BNM, & ce dernier angle est égal à l'angle BAD de la demie obliquité. On voit donc qu'il n'y a qu'à prendre les log. tang. compl. du quart de l'obliquité des directions, & en retrancher la moitié du log. de 2, ou un nombre constant 1505150; & que les restes seront proportionnels aux tems t ; & par conséquent les différences de ces restes, ou les différences mêmes des log. tang. seront proportionnelles aux différences ou aux parties de tems, correspondantes.

Si l'on veut maintenant appliquer cette première ébauche de Théorie à quelque tourbillon particulier, comme par exemple, à celui de la Terre, on acquerra au moins quelque notion de la lenteur avec laquelle toutes les couches d'éther travaillent mutuellement à mettre de la conformité dans leurs directions. Si l'on considère les couches les plus éloignées de nous, & celles qui en sont les plus proches, on trouvera une obliquité d'environ

23 deg. 28 $\frac{1}{2}$ min. & on pourra supposer que cette obliquité diminuë maintenant d'environ une minute par siècle. Or si l'on veut trouver après cela combien l'équateur de notre Terre auroit dû employer de tems , pour passer de l'état de perpendicularité qu'il avoit autrefois par raport à l'écliptique , selon les Egyptiens , à l'état où il est à présent , nous n'avons qu'à faire cette analogie ; la différence 3115. des log. tang. compl. des quarts de 23 deg. 29 min. & de 23 deg. 28 min. est à un siècle , comme la différence 6051225 des log. tang. compl. des quarts de 90 deg. & de 23 deg. 29 min. est à environ 1942 siècles ou à 194 mille ans ; & telle seroit donc le tems écoulé depuis l'époque dont parle Hérodote. Mais comme cette durée est beaucoup trop longue , pour s'accorder avec ce que nous sçavons d'ailleurs , on peut soupçonner que l'équateur n'a jamais été perpendiculaire , ni presque perpendiculaire à l'écliptique : De sorte que la Tradition des Egyptiens ne peut être vraie qu'en cela ; que dans le commencement des choses , l'angle que formoient ces deux cercles , étoit beaucoup plus grand.

On peut chercher de la même maniere combien il faut de tems pour que l'obliquité diminuë d'une certaine quantité , pour qu'elle se réduise , par exemple , à 20 degrés justes. Il n'y aura simplement qu'à faire cette analogie ; 3115 est à un siècle , comme la différence 701500 des log. tang. compl. des quarts de 23 deg. 29 min. & de 20 deg. est à 225 siècles & un cinquième ; de sorte qu'il faut environ 22520 ans , pour que l'inclinaison de l'équateur par rapport à l'écliptique , ne se trouve plus que de 20 degr. On voit par la lenteur de la diminution qu'il faudroit une suite étonnante de siècles , pour faire disparaître toute l'obliquité : mais en faisant un peu plus d'attention à la nature du Problème , on s'aperçoit que l'obliquité ne doit jamais se détruire

entièrement, & que les directions des couches ne peuvent devenir que sensiblement parallèles.

Si nous passons des tourbillons particuliers au grand tourbillon qui les renferme tous, & qui a le Soleil pour centre, nous pourrions faire aussi à peu près les mêmes remarques; & si nous trouvons qu'il y a beaucoup plus de conformité entre ses directions, il nous sera facile de reconnoître que cela vient de la rapidité du mouvement, & de ce que les couches par leurs plus grandes actions se sont assujetties beaucoup plutôt à se mouvoir à peu près dans le même sens. On remarque encore des effets de cette action dans le progrès des nœuds, & peut-être aussi dans le changement d'inclinaison des Planetes. Enfin toutes les Parties s'acheminent sans cesse, mais avec lenteur, vers cet état d'uniformité, ou si l'on veut, de perfection, dans lequel tous les mouvemens s'accompliroient dans le même sens. L'écliptique même, ou la route que trace la Terre, ne doit jouir d'aucune exception particuliere; & il est constant que comme elle est plus éloignée du chemin commun, elle doit être aussi plus exposée à l'action des couches d'éther, qui sont au-dessus & au-dessous. Ce n'est en effet que par un reste de Péripatétisme qu'on a pû s'imaginer que l'écliptique devoit être absolument immobile, pendant que les Orbites de toutes les Planetes changent continuellement de place. Par une prévention à peu près semblable, quelques Auteurs ont crû que si l'écliptique changeoit de situation, il devoit le faire sur les deux points des équinoxes: au lieu qu'on fait voir que ce doit être sur des points très-différens; sur des points situés vers le commencement de *Gemini* & d'*Arcitenens*.

Il nous reste à répondre à une objection tirée du mouvement des Cometes, qui paroissent s'éloigner souvent par l'obliquité de leurs cours, de la direction que doit avoir la matiere Celeste; & nous sommes d'autant plus obligés

obligés de satisfaire à cette difficulté, qu'elle a été comme attachée * au sujet du Prix, par M. Cassini, un des plus illustres Membres de l'Académie des Sciences. Mais ce même Académicien a lui-même fourni la meilleure des réponses, en montrant & en prouvant que la grande obliquité, par rapport à l'écliptique, qu'on observe dans l'Orbite des Cometes, n'est souvent qu'apparente, & qu'elle vient du mouvement de la Terre, qui doit même quelquefois nous faire paroître les Cometes rétrogrades, de même que les Planetes supérieures. C'est ce que nous avons aussi trouvé en rapellant au calcul un assez grand nombre d'Observations.

* Dans
l'Assemblée publi-
que d'après
Pâques de
1730.

Il se peut faire outre cela que quelques Cometes, au lieu d'appartenir à notre tourbillon Solaire, appartiennent à quelques tourbillons voisins, & dans ce cas elles doivent suivre le cours de ces tourbillons, qui peut différer considérablement du cours du nôtre. Il n'y a pas lieu de croire que les tourbillons soient exactement sphériques; ils peuvent être fort aplatis vers les poles: Car nous ne voyons rien qui puisse empêcher de leur appliquer la plus grande partie des remarques que fait M. de Maupertuis dans son ingénieux Discours sur la figure des Astres. Or si les tourbillons ont la forme d'une espèce de meule, par la grande force centrifuge qu'ils ont dans leur équateur; une Comete qui nous paroît à quelque distance de l'écliptique, peut fort bien n'être pas fort éloignée de nous, & circuler cependant dans un autre tourbillon. Elle peut être, ou une Planete principale, ou un Satellite d'une Planete principale; & être par conséquent sujette aux mêmes loix dans ce tourbillon que toutes nos Planetes dans le nôtre. Il me paroît qu'on ne peut rien répondre de plus en faveur de la cause Cartésienne: mais pour dire ingénument la vérité, nous ne connoissons aucune Comete qui confirme cette dernière partie de la réponse. Toutes celles qu'on a observées & dont on a déterminé exactement le mouvement, tournent constamment la

concavité de leur route vers le Soleil , & elles sont assujetties à la même gravitation vers cet Astre que les Planetes. Qu'il y ait un très-grand nombre de Cometes qui paroissent retrogrades quoi qu'elles soient effectivement directes , c'est ce qui est incontestable. Mais il suffit pour que l'objection ait toute sa force qu'une seule de ces Planetes vagabondes vienne traverser dans un sens tout opposé la Région des Planetes ordinaires. Nous ne disons ceci qu'en attendant que nous nous expliquions dans la suite d'une manière plus précise. *

* Voyez les Remarques à la fin du premier Entretien, num. (7)

III.

Nous voici enfin parvenus au troisième Entretien, dont il ne nous reste plus qu'à faire un court extrait. Cet Entretien est destiné à l'explication de différentes choses particulieres & détachées. Il s'agit d'abord de la précession des équinoxes qu'on veut ici attribuer à l'action des couches les uns sur les autres de notre petit tourbillon ; action qui se transmet à la fin jusqu'à notre globe. On montre à cette occasion que la Terre en tournant autour du Soleil de même que les autres Planetes , tend par elle-même à conserver un exact parallelisme dans la situation de son axe & de son équateur : De sorte qu'on prétend que ces especes de vis * qu'a imaginé M. Descartes , pour donner aux Planetes une situation constante , sont absolument inutiles. Ce n'est pas de l'immobilité dont il est difficile d'assigner la cause ; il falloit plutôt chercher celle du mouvement , lorsqu'il y en a. La Lune nous presente toujours la même face , en faisant sa révolution pendant un mois. C'est ce Phénomène & les autres qui y ont rapport qui demandent de bonnes explications.

* La matière canelée.

Ce qu'on dit à ce sujet , peut recevoir un nouveau degré de confirmation par quelques expériences très-simples. Si l'on prend une assiette parfaitement ronde ,

& qui ne soit point godronnée, & qu'après l'avoir renversée, on la soutienne sur la pointe d'une aiguille, on pourra en la portant ainsi, se promener dans la chambre, faire plusieurs tours, aller & revenir; & on verra avec quelque espèce d'étonnement que l'assiette malgré tous ces mouvemens, aura conservé sa premiere situation; ce qu'on reconnoîtra à quelque marque qu'on aura faite. Pour rendre l'expérience encore plus conforme à ce qui se passe dans le Ciel, on n'a qu'à faire flotter dans un vase rempli d'eau, un corps parfaitement rond, comme une boule de bois dont on aura poli la surface; & il sera facile de remarquer, lorsqu'on transportera le vase, que la boule affecte toujours la même situation, & qu'elle ne reçoit qu'avec difficulté les mouvemens irréguliers du vase, par l'entremise de l'eau. Or tout cela fait toucher au doigt cette vérité importante, & cependant méconnue des Cartésiens, que notre transport continuel autour du Soleil, ne doit point empêcher la Terre de conserver exactement le parallelisme de son axe. Ainsi c'est l'éther qui nous environne, qui peut seul produire le leger changement de situations que nous observons: Mais comme l'éther est incomparablement plus fluide que l'eau du vase dont nous venons de parler, les mouvemens de ses couches n'influent presque point les uns sur les autres; & c'est ce qui fait que la situation ne change gueres.

On insiste aussi sur la dépendance secrète qu'il y a entre la précession des équinoxes & le retardement des nœuds de la Lune; & on explique les changemens que reçoit l'inclinaison de cette petite Planete. Mais nous nous contenterons de rendre compte de la remarque qui finit cet Entretien, parce qu'elle nous paroît mériter une attention particuliere. Eugene, après avoir parlé des latitudes de la Lune, entreprend de marquer les effets que doivent produire les changemens de latitude sur la vitresse de ce Satellite de la Terre. Il présume qu'outre les

augmentations de vitesse qu'on remarque proche des Syzygies , & que Tycho a observé le premier , on doit trouver encore une grande augmentation , lorsque la Planete a peu de latitude ; parce qu'elle passe alors dans l'endroit de notre tourbillon le plus étroit , & où elle doit recevoir le plus de mouvement de la matiere étherée qui la transporte autour de la Terre.

Cette remarque est si conforme aux principes de la plus saine Méchanique appliquée à l'hypothèse des tourbillons , que nous ne pouvons pas la regarder comme une pensée absolument hasardée : Mais ce qui nous persuade encore plus qu'elle ne doit point être méprisée des Astronomes , c'est qu'en r'examinant depuis le même sujet , nous avons eu le plaisir de voir qu'il se passe quelque chose de semblable dans les conjonctions des Planetes principales , qui doivent toujours agir un peu les unes sur les autres par leur rencontre , & qui ne le font cependant d'une maniere sensible , que lorsqu'elles se trouvent en conjonction proche de leurs nœuds mutuels , ou proche de l'intersection réciproque de leurs Orbites. Qu'on rejette ou qu'on admette l'explication , le fait demande à être vérifié : Nous ne sçaurions trop recevoir de ces sortes d'avis dont l'éclaircissement ne peut produire qu'une plus grande lumiere.

Saturne pousse assez loin l'irrégularité dans ses mouvemens , pour qu'on pût soupçonner , il y a quelque temps qu'il avoit perdu de sa vitesse par la suite de ses révolutions. C'est ce qui résulloit , ce semble , des observations faites vers le milieu du dernier siècle par le Pere Riccioli & par Hévelius , depuis 1642. jusqu'en 1671. Le mouvement de cette Planete a ensuite augmenté jusqu'au commencement de ce siècle , après lequel il a diminué de rechef. Ce changement a paru ne suivre aucune règle , & ne peut point être attribué aux conjonctions en général , lesquelles ont lieu dans toutes les révolutions : Mais trouveroit-on la vraye cause de l'irrégu-

larité dont il s'agit, en distinguant entre les conjonctions, celles qui se font proche des nœuds mutuels? Toutes les fois que des Planetes, telles que Jupiter & Saturne, qui sont environnées de tourbillons particuliers fort étendus, passent vis-à-vis les uns des autres, elles rétrécissent le passage de la matiere étherée du grand tourbillon qui les transporte autour du Soleil, & cette matiere qui ne peut pas manquer de se mouvoir avec plus de vitesse, doit en communiquer aux Planetes, qui se trouveront ensuite pendant long-temps un peu plus avancées.

Il faut remarquer que cet effet, supposé qu'il dépende de la cause qu'on lui assigne, ne doit devenir assez grand pour être sensible, que lorsque les deux Planetes se trouvent en conjonction proche de leur nœud mutuel; parce que c'est alors que se trouvant l'une exactement au-dessus de l'autre, le passage de la matiere étherée est plus considérablement rétréci. Ainsi, si en comparant les observations de 1671. avec celles de 1700. & de 1701, Saturne paroît être allé un peu plus vite; nous en avons la cause dans sa conjonction avec Jupiter, qui s'est faite en 1683, fort proche du nœud mutuel de ces deux Planetes, qui se trouve au septième degré du Signe du Lion. Une autre conjonction s'étant faite encore assez proche de ce même nœud en 1742, elle a dû produire le même effet; la vitesse de Saturne a dû s'en trouver un peu augmentée.

Ces explications au surplus fussent-elles beaucoup plus plausibles, n'en excluent pas d'autres d'un genre tout différent. Il faudroit avoir un plus grand nombre d'Observations sur le changement de vitesse de Saturne, il faudroit mieux connoître la marche de cette variation, pour sçavoir si elle est favorable à un système ou si elle n'y est pas contraire. Tant qu'on ignore la loi que suit un effet, on ne peut remonter que difficilement jusqu'à sa cause; & si cet effet se prête également à toutes les hypothèses, il ne met nullement le Physicien en état de

se décider. C'est un motif qui nous invite à consulter encore mieux le Ciel, en l'observant avec plus de soins, & des regards plus attentifs. Enfin, quoique nous n'ayons affirmé que les seules choses que nous avons crû démontrées & que nous n'ayons parlé des autres que d'une manière douteuse, nous attendrons néanmoins que l'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES ait prononcé, pour sçavoir ce que nous devons penser nous mêmes de tout ce que nous venons de soumettre à son Jugement.





ENTRETIENS SUR LA CAUSE DE L'INCLINAISON DES ORBITES DES PLANETES.

PREMIER ENTRETIEU.

Après avoir fait une digression sur la nature des attractions, on montre qu'elles ne sont pas propres à résoudre la Question proposée par l'Académie, & on fait voir que les explications qu'en ont donné quelques Cartésiens, ne sont pas plus suffisantes. On prouve ensuite que l'hypothèse des tourbillons étant admise, les Planetes se meuvent autour du Soleil précisément dans le même sens que le Fluide qui les entraîne.



L y avoit déjà quelques jours que Théodore, Ariste & Eugene étoient chez moi à la campagne où ils se délassoient des embarras de la Ville, lorsque nous apîmes par une Lettre de Paris que l'Académie Royale des Sciences proposoit pour sujet du Prix qu'elle

24 PREMIER ENTRETIEN.

* On écrit ceci vers le commencement de 1731. La fin des trois Entretiens avoit pour date le 12. Juillet de la même année.

doit distribuer en 1732 *, d'expliquer pourquoi les Planètes ne se meuvent pas précisément dans le même sens, en faisant leur révolution autour du Soleil. Nous jouissions d'un grand loisir ; nous n'avions rien de mieux à faire ; & comme je sçavois que mes trois amis s'entretenoient volontiers des choses de Physique, je ne laissai point échaper cette occasion de les jeter sur une matière qui me fait à moi-même beaucoup de plaisir, quoique je ne la possède que bien peu. Théodore, par la lecture des Ouvrages de Képler & de ceux de Newton, ce grand Géometre dont la mémoire vivra toujours, est devenu Partisan zélé des attractions : Il admire sans cesse cette heureuse convenance qui fait qu'il suffit de les supposer, pour pouvoir expliquer sans peine les Phénomènes les plus difficiles. Aristé & Eugène sont Cartésiens ; le premier l'est rigoureusement ; mais le second plus libre dans ses sentimens, s'éloigne souvent de ceux de Descartes. Il prétend seulement avec ce Philosophe que rien ne s'exécute dans l'Univers matériel que par la configuration des corps, & que par leur mouvement. Au reste, je pourrois ajouter que ces trois Messieurs sont d'une parfaite probité ; & que s'ils cultivent l'homme Sçavant, ils cultivent encore beaucoup plus l'homme Moral.

Je leur demandai, si ce seroit un Sectateur de Descartes ou de Newton, qui résoudroit la question proposée par l'Académie. Un des Cartésiens, je ne me souviens pas lequel, répondit que l'Académie s'étoit déjà assez expliquée sur les attractions ; & que quoiqu'elle sentît parfaitement toute la beauté de la Philosophie que désormais on peut appeller Angloise, elle ne reconnoissoit cependant dans la Physique que les seules causes Mécaniques. Il n'en fallut pas davantage pour exciter tout le zèle de Théodore, qui trouva extraordinaire que les Cartésiens, après avoir éprouvé une infinité de fois l'insuffisance ou l'infécondité de leurs principes, refusassent

fassent encore d'admettre les attractions , & de les regarder comme une loi de la Nature. Vous ne faites pas attention , dit-il , que ce n'est pas renoncer au mécanisme que d'avoir recours à un nouveau principe , lorsqu'il le faut absolument ; c'est reconnoître seulement que le Mécanisme contient plus de différentes loix qu'on ne l'a crû jusqu'ici. Or , vos tourbillons ne s'accordent point avec les différentes circonstances du mouvement des Astres : Vous n'avez rien dit de plausible sur la pesanteur des Graves ; vous ne réussissez pas mieux à expliquer certaines propriétés de la lumière ; vous ne . . . Rien ne prouve mieux qu'outre les règles ordinaires de la Mécanique , il y en a quelqu'autre dans la Nature que vous ne connoissez pas , & qui fait cependant partie du Mécanisme.

Les deux Cartésiens vouloient interrompre notre Partisan des attractions ; mais ce dernier continua. Je vois bien , ajouta-t-il , que vous voulez m'objecter que c'est revenir aux vertus ou facultés occultes qui ont régné si long-tems dans l'Ecole , & qu'on en a enfin prosrites. Mais remarquez que chaque faculté ou chaque vertu n'étoit imaginée que pour rendre raison d'un effet particulier , & qu'outre cela on la regardoit comme une espèce de substance qui existoit indépendamment & à part de la chose qu'elle affectoit. Mais les attractions telles qu'elles sont suposées par les Anglois , ou telles qu'elles doivent l'être , ne sont pas faites pour n'expliquer qu'un seul Phénomene : leur usage est presque aussi étendu que celui du mouvement. C'est déjà beaucoup qu'on puisse dévoiler par leur moyen la cause de toutes les particularités qu'on observe dans le mouvement des corps célestes ; jusques à rendre raison des moindres inégalités & les soumettre à un calcul exact. Mais ce n'est pas là tout ce qui nous parle en faveur de la gravitation universelle : elle nous fournit l'explication du flux & du reflux de la Mer dont il est si difficile d'assigner la cause

partoute autre voye ; elle nous sert encore à expliquer la reflexion & la refraction de la lumiere qui ne renferment pas de moindres difficultés. Nous pouvons d'ailleurs , pourfuivre Theodore en regardant Eugene , affurer que nos explications ne font pas fondées sur un principe purement hypothétique, comme le font tant d'autres qu'on se contente de rendre ingenieuses , & dans lesquelles on ne considère les faits qu'en gros, en fermant les yeux sur la plûpart de leurs circonstances. Nos explications se soutiennent jusques dans les derniers détails ; le principe satisfait à tout , & on peut prévoir à coup sûr en l'admettant , une infinité de phénomènes particuliers que l'expérience ou l'observation ne manque jamais ensuite de confirmer. Peut-être même y a-t-il encore plusieurs effets qu'on ne rapporte pas ordinairement à l'attraction , lesquels néanmoins en dépendent.

M. Newton a crû découvrir que dans les très-petites distances , l'attraction ne suivoit pas exactement la raison inverse du quarré des distances ; qu'elle suivoit une raison qui croissoit par de plus grands degrés , lorsque la proximité augmentoit. Cette modification faite au principe le rend propre à expliquer les sécrétions animales , l'introduction des sucs & leur circulation dans les Plantes , la dureté & l'élasticité des corps , leur moleffe , leur cohésion , les prodiges étonnans des opérations chimiques : c'est ce que quelques Newtoniens ont fait voir avec assez de succès. Il est vrai qu'on leur a reproché qu'ils créaient au besoin de nouvelles loix ; au lieu de s'attacher inviolablement à celle qui leur avoit été indiquée par les Phénomènes les plus simples de la chute des Graves & du mouvement régulier des Planetes. Mais de même que les grains de matiere qui entrent dans la composition des corps n'ont pas tous originairement la même figure , & qu'ils doivent se réduire à un nombre déterminé d'espèces primordiales , puisque nous voyons , par exemple , que le nombre des métaux est invariable , on est tout

aussi autorisé à penser que les plus petites molécules ne sont pas toutes douées précisément de la même force, & que l'action dont elles sont capables ne diminue pas dans toutes selon le rapport inverse des quarrés des distances. Quelques unes de ces parties agissent selon la raison inverse des cubes, quelques autres n'agissent point du tout, elles n'ont que de l'inertie en partage; & peut-être qu'il y en a quelques-unes qui n'ont pas même d'inertie, & qui sont précisément dans l'état simple où elles furent créées. Elles sont absolument indifférentes au mouvement ou au repos; elles cèdent sans résistance aux plus petits efforts, qu'elles peuvent néanmoins transmettre en certains cas: mais sujettes à être transportées, elles ne se meuvent jamais qu'autant qu'elles sont actuellement poussées, & elles s'arrêtent aussi-tôt que la cause extérieure qui les pressoit cesse d'agir; parce qu'elles n'ont, pour ainsi dire, jamais de mouvement intrinsèque ou acquis.

On ne doit pas, je le repète, ajouta Theodore, faire plus de difficulté d'admettre toutes ces différences que vous n'en faites de recourir à l'institution de parties primordiales ou d'éléments qui conservent constamment la même figure, pour constituer certains corps. L'infraction que vous faites au pur Mécanisme est encore bien plus grande, lorsque vous recourez, comme cela est absolument nécessaire à la préformation des germes, pour expliquer la production des Plantes, & la génération des animaux. Vous ne retirerez pas moins d'avantage des parties hétérogènes ou diversement affectées que je vous propose; leur mélange fera varier infiniment les effets: Si dans la constitution d'un mixte, certaines parties dominent; la loi que suit leur action dominera aussi*. Ainsi, vous aurez dans cette diversité de molécules une ressource utile pour remédier à la trop grande limitation de la Physique Cartésienne.

* Voyez
les Remar-
ques, num.
(2)

Ariste, principalement ne pouvoit goûter les propo-

sitions trop hazardées de Théodore. Il me paroît, lui dit-il, qu'en introduisant cette multitude de loix, vous faites perdre au Méchanisme toute sa simplicité & toute sa beauté. Vous renoncez à l'avantage qui est toujours si propre à nous marquer l'habileté de l'Ouvrier, de faire jouer une grande machine par un petit nombre de ressorts. N'est-il pas de la dignité de la Nature, que peu de causes produisent une infinité de différens effets ? Je ne sçai même si vous n'insinuez pas par votre conduite, quoique sans doute contre votre intention, que l'Auteur de toutes choses n'a pû trouver de moyens plus simples pour achever son ouvrage, & qu'il a été réduit à employer tous ces expédiens, faute d'autre dénouement plus simple.

Il faut distinguer, reprit Théodore, deux choses bien différentes dans l'assemblage des loix ou des principes qui constituent le Méchanisme : Il faut remarquer d'abord l'infailibilité ou la promptitude qui vient de dehors & avec laquelle s'exécute chaque loi de Physique ; il faut considérer en second lieu l'étendue de la loi, les différentes circonstances dans lesquelles elle peut s'exercer. Il ne manque rien à l'infailibilité ou à la promptitude, la puissance de l'Instituteur ne le permet pas ; la loi doit avoir tout son effet dans tous les cas auxquels elle s'étend, & son exécution ne peut souffrir aucun délai : Mais c'est toute autre chose de la fécondité ou de la multitude de ses divers usages. Chaque loi est limitée à cet égard ; sa limitation vient de sa nature ou de son propre fond, il est de son essence d'être bornée ; la loi ne peut avoir d'exercice que dans les seules circonstances pour lesquelles elle a été instituée ; & il est aussi absurde d'en exiger davantage lorsqu'elle a une fois été établie, que de vouloir conduire d'un point à un autre une ligne plus courte que la ligne droite. Nous ne devons donc pas craindre d'avancer, malgré le voile de religion dont se couvrent les Cartésiens, pourvû d'ailleurs que nous en ayons de bonnes preuves, que les moyens qu'ils proposent

sont trop simples , non-seulement pour produire un ouvrage aussi composé que l'Univers , mais même pour le conserver, ou pour procurer cette vicissitude de situations qui en changent continuellement le spectacle. C'est la faute de ces Philosophes s'ils se chargent de faire les choses à trop peu de frais , ou s'ils n'employent pas assez de ressorts ou de principes. Ne devroient-ils pas penser que la simplicité des moyens portée trop loin , ne peut pas manquer d'être stérile ?

Mais qu'on joigne aux loix ordinaires du mouvement , le principe de la gravitation universelle , chaque partie de matiere sera ensuite distinguée non-seulement par sa figure & par le mouvement qu'elle aura déjà acquis ; elle le fera encore par le degré de force avec lequel elle tendra à s'approcher de tous les corps vers lesquels elle pèse ou *grave*. Les grains de matiere qui n'ont que du mouvement vont inutilement en frapper d'autres ; & plus ils ont de vitesse , plus ils sont propres à causer de dérangement. Aussi-tôt au contraire que chaque molécule se trouve sollicitée par une force toujours agissante, quoique foible , qui la dirige & qui la fait chercher, pour ainsi dire, les autres parties auxquelles elle doit s'attacher , l'accroissement & le développement ne peuvent plus être regardés comme une production du hazard ou de la rencontre fortuite des corpuscules. Les anciennes parties contribuent à l'introduction des nouvelles ; & d'autres peuvent encore venir se joindre & trouveront entrée , pourvû qu'elles ayent du rapport avec les premières & que leur action réciproque soit propre à les faire s'arranger. Dès lors on commence à découvrir comment un corps organisé peut devenir plus grand & conserver toujours à peu près sa forme , sans rien perdre de son organisation. Comment une certaine quantité d'eau , de feuilles & de fruits , introduite dans l'estomac d'un Elephant , peut par le développement de ses parties & par l'ébranlement qu'elles se communiquent en se

rencontrant avec force , contribuer ou suffire au renouvellement , pour ainsi dire , de tout l'animal , & soutenir dans le même degré sa chaleur interieure pendant 20 ou 30 ans ; quoique les alimens dont l'Elephant se nourrit , n'en eussent aucune de sensible.

* Voyez
les Remar-
ques, num.
(2)

Les grands amas de corpuscules , comme ceux qui composent le Soleil ou la Terre , doivent être capables d'autres effets : ils agiront avec force dans l'éloignement ; leur action dépendra de leur grande masse , & d'autres circonstances , comme du genre des parties élémentaires dont ils seront formés*. Si nous entreprenions d'exprimer leur force , nous ne pourrions pas le faire d'une manière concise , à cause de la multitude & de l'hétérogénéité de ces mêmes parties qui sont chacune capable d'une action distincte & qui reconnoissent peut-être des loix différentes. Mais la Nature n'est point arrêtée par le peu d'élégance de nos formules ou de nos expressions algébriques ; & ses opérations n'en sont ni moins promptes ni moins infaillibles. Il suffit enfin de déclarer que la force *attirante* ou *mouvante* dont nous parlons n'est autre chose que la volonté même de l'Auteur de la Nature , pour prévenir l'erreur où l'on pourroit tomber de confondre les attractions avec les qualités périparécienues. J'ajouterai encore que l'obscurité qu'on croit y voir n'est qu'apparente , & qu'elle vient presque toujours de ce qu'on veut les expliquer par les loix du mouvement. L'entreprise n'est pas plus légitime que si l'on prétendoit déduire les loix du mouvement de celles des attractions. Les loix de la Nature sont paralleles : Ce sont des sources qui mêlent souvent leurs eaux ; mais qui sont elles mêmes séparées , & au-delà desquelles on ne doit point aller en Physique ; de même qu'en Géometrie , on ne remonte point au-delà des axiomes , & qu'on ne les explique point les uns par les autres.

Au surplus , continua Théodore , les loix du mouvement ne sont-elles pas elles-mêmes aussi sujettes à quel-

que difficulté , lorsqu'on les considère d'une certaine façon ? N'est-il pas surprenant , par exemple , qu'un corps poussé en même temps selon deux différentes directions , embrasse toujours sur le champ , & avant qu'on s'en soit aperçu , la diagonale d'un certain parallélograme , sans tenter jamais aucune autre voye , ni en changer pour venir enfin à cette diagonale ? Si je vous faisois bien sentir cette difficulté , & si nous l'examinions ensuite attentivement , vous verriez qu'elle tire son origine , de même que plusieurs autres , de ce qu'il y a de Métaphysique dans l'établissement des loix-mêmes du mouvement* ; ou pour m'expliquer en d'autres termes , qu'elle vient de ce qu'on veut mal-à-propos donner une explication Physique d'une chose qui n'a point de cause corporelle , & qui ne s'exécute que par l'efficacité que l'Être suprême est Maître d'attacher aux loix qu'il établit. Il se trouve une pareille obscurité dans les attractions ; mais on peut aussi y faire la même réponse : * Car si les corps s'attirent mutuellement , & s'ils s'attirent selon certaines regles , c'est parce que toute la Nature est obéissante aux loix que son Auteur lui impose ; & c'est aussi par la même raison que les corps se communiquent du mouvement , lorsqu'ils se choquent.

* Voyez
les Remar-
ques, num-
(1)

* Voyez
les Rem.
num. (2)

Théodore avança plusieurs autres choses , dont je ne puis pas assez me souvenir ; mais il nous dit enfin qu'il se taisoit , & qu'il alloit nous écouter avec toute l'attention dont il étoit capable. Nous devons vous être trop obligés de cette grace, repartit Eugene, pour que nous ne nous hâtions pas d'en profiter. Vous supposez toujours que les principes ordinaires de la Méchanique n'ont pas assez de fécondité pour pouvoir produire en se combinant de toutes les manieres , cette charmante variété que nous admirons dans l'Univers. Mais c'est ce que personne n'a encore prouvé , quoiqu'il fallût commencer par-là , pour se mettre en droit d'établir un nouveau principe : si l'on veut absolument être Newtonien , qu'on le soit à bon

* Voyez
les Remar-
ques (4),
(5) & suiv.

titre. * A-t-on examiné toutes les explications Cartésiennes ; en a-t-on pénétré exactement la valeur ? Ce seroit là vous offrir une trop vaste carrière : mais faites-nous voir ici seulement , puisque l'occasion s'en présente , qu'il n'est pas possible avec les loix vulgaires du Méchanisme , d'expliquer la différente Inclinaison des Planetes. Cela bien démontré , nous commencerons à reconnoître que les règles ordinaires du mouvement ne fussent pas , & qu'ainsi elles ne sont pas les seules de la Nature : Nous trouvant ensuite forcés d'en admettre quelques autres , il ne nous coutera rien pour vous faire plaisir , de donner la préférence aux attractions.*

* Voyez
les Rem.
num. (3)

Vous faites en vérité parfaitement bien vos conditions , répondit Théodore. Je ne doute pas qu'on ne puisse donner une explication complete de plusieurs Phénomènes , en ne suposant que les loix ordinaires du mouvement ; de même qu'en n'employant que quelqueune de ces dernières loix , on vient à bout de rendre raison de certains effets. Chaque Phénomene a sa cause ; elle ne dépend quelquefois que d'un seul principe , sans qu'on puisse rien en conclure contre les autres. Mais il suffit que nous trouvions un seul effet , un seul cas , qui ne soit pas explicable par le concours des loix connues , pour que nous soyons en droit d'assurer que la Nature nous a fait un secret de quelques autres de ses règles , dont elle sçait se servir dans l'occasion. D'ailleurs les Cartésiens mitigés comme vous , Eugene , rendent aisément raison de chaque chose prise séparément ; & cela parce qu'ils se permettent tant de différentes suppositions , qu'à la fin les principes Cartésiens deviennent assez féconds , pour produire seuls l'effet qu'on veut expliquer. S'agit-il , par exemple , de tourbillons ; l'un de vous suposera la matiere éthérée plus dense vers le centre , pendant qu'un autre qui voudra donner la cause de quelqueautre Phénomene , rendra cette matiere plus dense vers la circonference ; & un troisième sera encore bien reçu à suposer

supposer par tout une densité uniforme. On ne sçauroit trop faire d'hypothèses, pourvû qu'on soit toujours prêt à les abandonner, aussi-tôt qu'elles se trouvent démenties par l'expérience. Le droit d'en faire lorsqu'on n'en abuse pas, est très-utile aux progrès de la Physique. La première Remarque que fit Newton de la Gravitation universelle, n'étoit-ce pas une simple hypothèse, quoiqu'elle cessât bien-tôt d'en être une, lorsque confrontée severement à la lumière des observations, elle acquit la certitude de la Thèse la mieux établie? Tout le monde sçait sur cela un trait du Philosophie Anglois qui lui fait d'autant plus d'honneur, qu'il ne trouve guères d'exemples. Mais il faut que vous me le pardonniez; je me le promets au moins en comptant sur votre amitié & sur cette sage liberté que tous les hommes raisonnables devroient se permettre: Je ne puis m'empêcher de vous comparer à une troupe d'Horlogers qui entreprendroient de faire une Pendule, mais qui y travailleroient séparément, sans s'assujettir à la même mesure, ni aux différens rapports que doivent avoir toutes ses parties. Vous agissez à peu près de la même manière: L'un explique la cause de la pesanteur, l'autre la cause de la dureté des corps; & je vous vois en train de parler de l'Inclinaison des Planètes: mais tout cela, ce sont différentes parties de la Pendule qu'on ne pourra jamais rassembler; parce qu'elles ne sont pas faites l'une pour l'autre. Vous sentirez avec étonnement qu'il n'y aura rien d'expliqué après avoir donné des explications de tout; & vous verrez à la fin qu'il faudra vous faire Newtoniens.

Mais pour répondre à l'invitation que vous venez de me faire, de montrer que les règles vulgaires du Méchanisme ne fussent pas; je vais * examiner la dureté des corps. Je suis prêt aussi à refuter toutes les différentes explications qu'on a données jusques à présent de la cause de la pesanteur, & à vous faire voir par un dénombrement exact de tous les autres moyens qui sont conformes

* Voyez
les Rem.
num. (4)

* Voyez
les Rem.
num. (6)

* Voyez
la Remar-
que n. (7)

aux idées de Descartes , que ce Phénomene n'est point explicable , tant qu'on n'admet que les seuls principes de cet Auteur. * Si vous l'aimez mieux , je prendrai quelque autre point de Physique : Car il y en a plusieurs qui sont également propres à mon dessein. Voulez-vous que nous examinions l'excentricité des * ? Oh non , dirent nos deux Cartésiens : pour une pareille entreprise , il nous faudroit un plus grand loisir ; la discussion seroit longue , & vous vous souvenez que nous devons nous en retourner ce soir. Mais comment voulez-vous donc , reprit Théodore , que je réponde à la Question proposée par l'Académie ? Si je me fers des attractions sans les établir , ma Pièce ne sera point admise ; & malheureusement je ne puis réussir à montrer que ces sortes de forces ont lieu dans la Nature , qu'en faisant différentes incursions sur toutes les parties de la Physique , afin de faire voir l'insuffisance des principes ordinaires dont la stérilité ne devient manifeste que lorsqu'on les suit un peu de près. En vérité , reprit Aristote en riant , vous ferez tout aussi-bien de renoncer de bonne grace aux honneurs du Triomphe , ou bien faites pendant quelque tems le personnage de Cartésien : Car il y a lieu de croire , & il paroît que vous en convenez , que l'Inclinaison des Planetes est un de ces Phénomenes dans lequel l'attraction n'a que peu de part. Il est cependant vrai que la supposition de ce principe vous fournit différentes choses fort ingénieuses sur le mouvement des nœuds , & sur le changement d'Inclinaison de la Lune & des autres Satellites. Mais vous ne réussissez pas également , lorsque vous traitez de l'Inclinaison des Planetes principales. Quoiqu'il n'y ait rien de régulier ni dans ces Inclinaisons , ni dans la situation de ces nœuds , vous prétendez que toutes ces choses sont encore précisément dans le même état , que lorsqu'elles sortirent des mains du Créateur. Vous ne faites pas attention que l'extrême irrégularité qu'on y remarque , montre avec la

dernière évidence que les causes secondes y ont contribué.

Je crois, interrompit Eugene, qu'on peut dire quelque chose de plus, contre l'usage que Théodore auroit peut-être envie de faire des attractions dans la Question dont il s'agit : Je crois que si les attractions avoient lieu, elles détruiroient bien-tôt toute l'Inclinaison qu'on veut expliquer. M. Newton nous assure que l'action des Planetes les unes sur les autres ; que cette force avec laquelle elles s'attirent mutuellement, ne fait naître dans la situation de leurs Orbites que quelques inégalités qu'on peut négliger*, *inæqualitates aliquæ, sed quæ ob parvitatem hîc contemni possunt.* Pour moi je vous avoie que comme ce grand Mathématicien n'admet aucun fluide, ni aucun autre obstacle qui puisse s'opposer le moins du monde à l'effet des attractions, il me paroît qu'elles devroient avoir bien-tôt fait disparaître l'obliquité des Orbites, & obligé tout le Systême Planétaire à se mouvoir exactement dans le même sens. Il n'importe que cette force n'agisse que très-peu, aussi-tôt qu'elle agit, & qu'elle produit quelques inégalités, *inæqualitates aliquæ.* Dès-lors toutes les Planetes doivent avoir à suivre le même chemin, une espece d'inclinaison que rien n'est capable d'arrêter ; puisqu'elles se meuvent comme dans le vuide, & que leur tendance vers le Soleil n'est du tout point contraire au mouvement latéral, par lequel l'obliquité de leurs Orbites diminueroit.

Je ne conviens point de tout cela, repartit Théodore ; j'aurois même beaucoup de choses à vous répondre. L'attraction doit causer simplement des alternatives périodiques sur les Inclinaisons des Planetes. Supposé que cette Inclinaison se réduisit à rien, il s'en formeroit une autre en sens contraire par la continuation du mouvement acquis, de même qu'un pendule une fois agité ne s'arrête pas tout à coup dans le point le plus bas par l'ac-

* Vid.
Propos
XIV. lib.
III. secun.
Edit.

tion de la pésanteur. A l'égard de ce qu'à objecté Ariste ; que nous ne pouvons pas rendre raison de l'Inclinaison absolue ou primitive , il est vrai que c'est une difficulté dans notre Philosophie. Mais cette Inclinaison peut avoir eu de causes accidentelles que nous ne sommes point obligés de sçavoir : Nous ignorons divers changemens qu'à peut-être reçu l'Univers avant que de parvenir à l'état actuel où il se trouve. Après tout , je le repète ; nous n'admettons point de principe qui détruise nécessairement les Inclinaisons ; & c'est ce qui suffit. Si l'on peut nous accuser de ne pas tout sçavoir sur cet article , on ne peut pas nous convaincre d'erreur ; la différence est infinie , vous le sentez assez : Nous ne soutenons point d'hypothèses qui soient contraires aux Observations. Mais je vois bien que vous ne voulez pas que je prétende au Prix. Je ne sçai cependant si l'opinion de Descartes mise dans un plus grand jour , sera beaucoup plus propre à satisfaire l'Académie des Sciences ?

M. Descartes, reprit Ariste, s'est contenté d'indiquer les principes qui peuvent servir à résoudre cette question , sans l'avoir examinée d'une manière particulière ; mais les Sectateurs de ce grand homme , comme M. Gadrois * & quelques autres , en ont donné une explication qui me paroît tout-à-fait évidente. Vous convenez avec nous de Systême sur le mouvement des Planetes , entre lesquelles nous mettons la Terre : Vous êtes trop habile Astronome pour n'en pas convenir. Vous sçavez que toutes les Planetes suspendues à différentes distances du Soleil , circulent autour de cet Astre en mettant plus ou moins de tems à achever leur révolution, selon qu'elles en sont plus ou moins éloignées. Je me dispense aussi de prouver l'existence des Tourbillons en général , & celle en particulier du Tourbillon Solaire. On voit aussitôt qu'on renonce à toutes espèces de vertus ocultes , que si la Terre & les autres Planetes ne se meuvent pas en ligne droite , que si elles font leur révolution autour

* Pag.
185 & suiv.
Syst. du
Monde.

du Soleil, ce n'est que parce qu'elles sont retenues par un fluide qui les oblige par la rapidité de son cours, à circuler avec lui. Chacune en effet iroit bien-tôt se perdre vers les extrémités du Monde, si elle n'étoit transportée que par sa propre vélocité, & si elle n'étoit pas détournée sans cesse par l'éther qui forme ce vaste Tourbillon, qui s'étend jusques vers les Etoiles fixes, & dont le Soleil est le centre. * Il est clair outre cela que les parties de ce fluide, après avoir suivi différentes directions, & après s'être choquées mutuellement différentes fois, ont dû à la fin circuler toutes précisément dans le même sens. (7)

Ainsi, il ne reste plus qu'à vous montrer pourquoi les Planetes ne suivent pas exactement le cours de la matiere céleste ou étherée qui les transporte.

* Voyez
la fin de la
Remarque

C'est parce qu'elles se trouvent souvent en conjonction les unes avec les autres par raport au Soleil, & qu'alors elles retrecissent le passage de la matiere étherée; matiere qui ne peut pas être pressée, sans repousser les Planetes chacune de leur côté, ni sans les détourner de la direction qu'elles suivoient.

Il me paroît, interrompit Eugene, que l'Inclinaison des Planetes demande absolument une autre cause : Car celle-ci rendroit l'Inclinaison sujette à une vicissitude continuelle. Vous en conviendrez aussi-tôt que vous ferez attention, que la conjonction de deux Planetes doit produire des effets tout contraires, selon qu'elle se fait en deçà ou en delà de leurs nœuds mutuels. Il est vrai que si deux Planetes se trouvent vis-à-vis l'une de l'autre, après avoir déjà passé par un de leurs nœuds réciproques ou par l'intersection mutuelle de leurs Orbites, la matiere étherée qui se trouvera resserrée entr'elles, & qui accelera un peu sa vitesse, les poussera, comme vous le dites, de part & d'autre en dehors, & tendra à augmenter leur Inclinaison, ou à ouvrir l'angle formé par leurs Orbites qui étoient divergentes. C'est ce qu'on peut voir aisément sur la figure que je trace (*fig. 2*) E & F

font les deux Planetes ; AB l'Orbite de la premiere ; AC celle de la seconde , & A le nœud mutuel que ces Planetes ont déjà passé. Je n'ai que faire d'observer que si une de ces deux lignes représente une des deux Orbites , l'autre ligne ne représentera pas l'autre ; mais simplement sa projection , puisque l'une des deux Orbites est au-dessus de l'autre. Quoiqu'il en soit , la matiere étherée qui passe entre les deux Planetes , & qui conformément à la règle de Képler , se meut moins vite que l'inférieure , mais plus promptement que la supérieure , doit accélérer sa vitesse dans le passage plus étroit , & doit en poussant en dehors les deux Planetes , leur faire suivre des lignes E *b* & F *c* qui ont une plus grande Inclinaison , que n'en avoient les premieres AB & A C.

Remarquez que ce sera tout le contraire , si les Planetes se trouvent en conjonction dans le voisinage d'un de leurs nœuds mutuels A , avant que d'y être parvenues. Car la matiere étherée qui se trouvera pressée , & qui les poussera encore de part & d'autre en dehors , travaillera alors à diminuer la convergence de leurs directions , ou à éloigner le point *a* (fig. 3.) d'interfection de ces deux lignes ; ce qui ne peut avoir lieu , sans que leur Inclinaison réciproque ne diminuë. Or comme les conjonctions se font successivement dans différens points du Zodiaque , il est constant que s'il y en a un certain nombre qui occasionnent l'augmentation de l'Inclinaison des Orbites , parce qu'elles se font après la rencontre des nœuds réciproques ; il y en a précisément le même nombre qui occasionnent la diminution , parce qu'elles se font avant la rencontre des nœuds. Ainsi , on ne peut expliquer de cette sorte que les legeres variations que souffrent vraisemblablement les Inclinaisons de toutes les Planetes ; mais on ne peut pas rendre raison de l'Inclinaison même.

Vous ne remarquez pas , répondit Ariste , que l'obli-

quité dont il s'agit , a pû fort bien n'être produite , qu'après plusieurs révolutions. J'y pense , reprit aussi-tôt Eugene ; car si nous prenions pour exemple les conjonctions de Saturne & de Jupiter , il me feroit facile de vous montrer que , quoique ces deux Planetes se rencontrent tous les vingt ans , elles ne se rencontrent cependant proche de leurs nœuds mutuels , qu'environ de 60 en 60. ans , après que la premiere a fait un peu plus de deux circulations , & la seconde un peu plus de cinq. Mais enfin poussez le nombre des révolutions si loin que vous le voudrez , s'il se trouve des conjonctions qui sont propres à faire augmenter l'Inclinaison , il s'en trouvera le même nombre qui seront propres à la faire diminuer ; puisqu'elles se succedent toutes d'une façon réglée , & qu'il s'en fait autant avant l'interseccion des Orbites , qu'il s'en fait après. Saturne & Jupiter dans ces derniers tems se sont trouvés en conjonction dans des points fort proches de leur nœud mutuel qui est dans le signe du Lion ; ils s'y sont trouvés en 1563 , en 1623 , en 1683 , & ils s'y trouveront encore en 1742 : Et dans trois ou quatre siècles , sçavoir en 1961 , en 2020 & 2140 , ils se jouïront autour de l'autre nœud qui est dans le signe du Verseau. Mais , je le repête encore une fois , si entre ces conjonctions les unes étoient capables de produire l'obliquité de 1. degré 16. min. que l'Orbite de Saturne a par raport à celle de Jupiter , les autres seroient également capables de réduire à leur tour cette obliquité à rien. Cette alternative seroit déjà arrivée un très-grand nombre de fois ; elle seroit arrivée en dernier lieu en 1683 , & elle n'eût sans doute pas échappée aux regards attentifs des Astronomes , qui observent continuellement le Ciel.

Au surplus , continua Eugene , si les conjonctions ne causent pas , comme vous le prétendiez , Ariste , cette obliquité considérable que nous remarquons dans le mouvement des Planetes , il seroit très-curieux & très-

important d'examiner si elles ne la rendent pas au moins un peu variable. Je me consolerois, répondit Ariste, si j'avois donné occasion à cette découverte. Peut-être que la variation dont il s'agit, n'est pas assez grande pour être aperçue, & qu'elle se refusera toujours aux recherches des Observateurs les plus exacts. Mais combien n'y a-t'il pas aussi de petites irrégularités dans le Ciel, qu'on rejette sur le défaut des instrumens, & qu'on ne remarque point, parce qu'on ne s'y attend pas; au lieu qu'elles se manifesteroient sans peine, si nous sçavions en faire l'objet de notre curiosité & de notre attention. Je suis même le plus trompé du monde si ceci ne pourroit pas servir au jugement du grand procès qui est entre Théodore & nous, ou plutôt entre Newton & Descartes.

Nous venons de voir que lorsque les Planetes se rencontrent après avoir passé le point où leurs Orbites se coupent, leur obliquité réciproque doit augmenter; au lieu qu'elle doit recevoir quelque diminution, lorsque les Planetes se rencontrent avant que d'être parvenues à ce point: Mais il me semble qu'il arriveroit tout autrement, si les attractions étoient une loi de la Nature, & que tous les corps y fussent sujets. En effet, lorsque deux Planetes se rencontrent, après avoir passé leur nœud, & qu'elles vont en s'éloignant l'une de l'autre, leur attraction mutuelle rendroit leurs directions moins divergentes, puisqu'elle tendroit à les rapprocher réciproquement: Et au contraire, lorsque les Planetes ne seroient point encore arrivées à l'intersection de leurs Orbites, la force avec laquelle elles s'attireroient mutuellement, rendroit leurs directions encore plus convergentes, & feroit par conséquent augmenter leur Inclinaison. Vous voyez donc qu'aussi-tôt que les Astronomes réussiront à apercevoir le changement de directions que reçoivent les Planetes, lorsqu'elles passent vis-à-vis les unes des autres proche de leur nœud; il sera facile de reconnoître par la nature de

ce changement , s'il est causé par un fluide qui accelere sa vitesse , & qui pousse de part & d'autre en dehors lorsqu'il est resserré ; ou s'il est causé au contraire par les attractions Newtoniennes , qui font que tous les corps pesent les uns sur les autres , & tendent à s'aprocher.

Théodore qui écoutoit la conversation fort attentive-ment , parut approuver la remarque d'Ariste. Apparemment , dit-il , qu'on n'a point fait attention que les variations dont il s'agit , doivent se faire en différens sens dans l'un & dans l'autre Systême : Car on ne s'est point encore avisé de remarquer quelle conséquence on peut tirer de celles qu'on observe dans les Satellites de Jupiter , lorsque cette Planete se trouve en conjonction avec Saturne. On peut observer aussi avec soin le mouvement des nœuds réciproques des Planetes principales : C'est plutôt par ce mouvement qu'on pourra se décider que par le changement d'Inclinaison des Orbites. Car cette Inclinaison étant sujette selon l'une & l'autre explication à augmenter & à diminuer alternativement , elle ne souffre pas de variations qui deviennent plus sensibles par la suite des siècles : Au lieu que ce n'est pas la même chose de la marche des nœuds dont les degrés du mouvement s'accumulent ou s'ajoutent. Ces points retardent pour ainsi dire , continuellement dans le systême Newtonien , & c'est tout le contraire dans le vôtre. En effet , si vous ne vous trompez pas dans les Remarques que vous venez de faire sur l'action du fluide qui remplit les vastes espaces du Ciel , les Planetes qui ont passé par leur nœud comme dans votre fig. 2. , prennent des directions plus divergentes ; le point A d'où partent ces directions se raproche en a , le nœud se trouve donc plus avancé : Et il avance également , lorsque les Planetes s'aprochent de leur nœud mutuel , comme dans la figure 3 , & que leur direction en devenant moins convergentes vont se rencontrer en a. Ainsi , les deux systêmes , le Newtonien & le Cartésien de la ma-

niere dont vous représentez ce dernier, sont directement opposés sur cet article ; ils suposent des effets absolument contraires. Selon vous, le nœud mutuel des Planetes qui sont voisines doit toujours par son progrès passer de A en a, au lieu que si l'attraction n'est point oisive, ce point doit reculer de A en a, en allant contre l'ordre des Signes, au moins par raport au Ciel étoilé. *

* Voyez les Remarques qui sont à la fin des deux autres Entretiens.

Mais pour revenir à la premiere cause de l'Inclinaison, je ne sçai, continua-t-il, comment Eugene à son tour viendra à bout de l'expliquer : Car quand même les Planetes seroient quelquefois détournées de la direction du Tourbillon, elles seroient bien-tôt obligées d'y revenir par la rapidité extrême du cours de l'éther. M. Newton a démontré que les fluides qui ne laissent aucun intervalle entre les petites molécules dont ils sont formés, font par leur choc une impression beaucoup plus grande qu'on ne le pense ordinairement*. Or, lorsqu'une Planete avance selon une direction qui differe de 4 ou 5 degrés de celle du fluide qui la transporte, elle est exposée à une impulsion latérale capable d'un très-grand effet. Quelle puissance Eugene veut-il employer pour soutenir la Planete contre une pareille impulsion, & l'empêcher de céder entierement au courant qui l'entraîne ?

* Voyez la Remarque, num. (5)

Ne foyez point si fort en peine de ce que je pense, repliqua Eugene : Je suis de votre sentiment en ceci ; & je vous dirai même qu'ayant eu il y a quelque tems occasion de discuter toutes ces matieres, j'ai fait le calcul de l'impulsion laterale dont vous parlez, & que je l'ai trouvé trop grande, pour qu'elle ne doive pas obliger les Planetes à suivre exactement le cours du Tourbillon. Il suffisoit de faire ce calcul pour une seule Planete, & je l'ai fait pour Vénus. Il tira en même tems un papier, sur lequel il y avoit différentes suputations, avec une figure semblable à celle que je mets ici. (fig. 4.) Suposons, poursuivit-il, que AB représente & la direction que suit

la matiere étherée, & l'espace qu'elle parcourt dans un certain tems; & que AC à peu près égal à AB , soit le chemin fait par Venus dans le même tems sur la direction AC , qui diffère de celle du fluide de la quantité de l'Inclinaison; c'est à dire, de 3 degrés 23 ou 24 minutes. Il est évident que la sous-tendante BC de l'angle de l'Inclinaison représentera la vitesse respective de la Planete par rapport au fluide; puisque le fluide & la Planete s'éloignent l'un de l'autre de la quantité de cette sous-tendante, pendant qu'ils parcourent les espaces AB & AC . On trouve en résolvant le triangle BAC , que BC est environ la dix-septième partie de AB ; de sorte que la Planete rencontre le fluide de côté avec la dix-septième partie de sa vitesse absolue, ce qui produit précisément le même effet que si la Planete étoit en repos, & que la matiere étherée vint la rencontrer en sens contraire, & la pousser de C vers B , avec une pareille vitesse.

Peut-être m'objectera-t-on que la matiere étherée ne fait pas un aussi grand effort par son choc que le prétend M. Newton; & que l'impulsion qui résulte de la dix-septième partie de sa vitesse totale n'est pas fort considérable. Mais la réponse à cette difficulté est toute prête: Car je puis montrer qu'une vitesse qui n'est qu'environ la huitième partie de celle-ci, ou que la cent-quarantième partie de la vitesse totale produit un effet sensible. On sçait que toutes les Planetes, comme Mercure, Venus, &c. ne font pas leurs révolutions autour du Soleil d'un mouvement uniforme; elles en augmentent depuis leur Aphélie jusqu'à leur Périhélie: mais d'où peut venir cette augmentation, si ce n'est de la plus grande rapidité qu'ont les différentes couches d'éther, dans lesquelles les Planetes passent continuellement? On n'a cependant qu'à examiner dans Venus combien la vitesse de la matiere étherée est plus grande vers le Périhélie que vers l'Aphélie, & on trouvera par la re-

gle de Képler, que la différence n'est pas de la cent-quarantième partie ; de sorte que ce n'est tout au plus qu'avec cet excès de vitesse , que l'éther peut agir sur Vénus , pour lui imprimer un plus grand mouvement. Or je demande , si lorsque l'éther choque la Planete de côté à cause de sa déviation , & qu'il employe pour la faire revenir sur A B une vitesse huit fois plus grande , laquelle rend l'impulsion 64 fois plus forte ; (car on sçait que les impulsions sont comme les quarrés des vitesses ,) je demande si la Planete peut persister à suivre sa direction oblique , & si en partant d'un de ses nœuds avec une Inclinaison de 3 ou 4 degrés , par rapport au cours du Tourbillon , elle peut revenir à l'autre nœud avec cette même obliquité. Je crois donc que les Planetes suivent exactement le cours du fluide qui les entraîne , sans qu'il y ait d'autre différence que ces variations dont nous avons vraisemblablement trouvé la cause dans les conjonctions. Eugene vouloit encore dire quelque chose ; mais il survint de la compagnie qui dîna avec nous , & qui nous interrompit.

Fin du Premier Entretien.



REMARQUES

SUR LE PREMIER ENTRETIEN.

Sur l'Institution des loix du mouvement.

(1) **C**E qu'on dit ici a été si peu reconnu , qu'on voit souvent les plus sçavans Mathématiciens se donner la torture pour parvenir à des démonstrations rigoureuses des différentes vérités de Méchanique qu'il faudroit se contenter d'expliquer , ou de rapporter à quelques autres vérités plus faciles à sentir. Combien de fois sans penser qu'on prètoit de foibles armes à la mauvaise cause de Spinosa , n'a-t-on pas tenté , par exemple , de démontrer en rigueur les propriétés du levier ou les loix de la composition du mouvement ? On n'apercevoit pas que les Mathématiques pures ne sont susceptibles de démonstrations exactes , que parce qu'elles offrent continuellement des vérités nécessaires : Au lieu que la certitude de la plûpart des principes de Méchanique ou de Physique dépend de leur institution ou des raisons de convenance , sur lesquelles ils sont fondés. On peut montrer sans doute que la diagonale du Parallelograme qui sert à la composition des mouvemens , a un grand nombre de propriété qui la distinguent. Les forces ou les mouvemens contraires se détruisent de part & d'autre de cette ligne , la longueur de cette diagonale représente la somme des forces qui s'accordent à agir dans le même sens , c'est outre cela sur cette diagonale que tombe le plus grand effort relatif commun ; car qu'on cherche cet effort sur tout autre direction , il sera toujours un peu moindre. Il se présentera une infinité d'autres raisons de préférence à la sagacité des Mathématiciens.

ciens qui en feront la recherche ; & ils pourront par l'arrangement & la longue suite de leurs reflexions donner quelque aparence de démonstrations à leurs raisonnemens. Mais ces prétendues démonstrations n'en feront pas meilleures , & si on les regarde comme de simples explications , elles seront fort inférieures à d'autres qui feroient plus courtes. Outre cela , elles n'auront toujours de force qu'autant qu'on ne rejettera pas certaines suppositions qu'on n'est pas invinciblement forcé d'admettre , & qu'on n'est disposé à recevoir que parce que le choix fait par l'Auteur de la Nature étant l'effet de la plus parfaite lumiere , quelques rayons qui s'en détachent pour ainsi dire , percent jusqu'à nous , & nous font sentir par leur impression la sagesse du choix.

Dans les cas mêmes les plus simples & qui semblent n'admettre qu'une seule solution , nous laissons passer souvent sans nous en apercevoir quelques unes de ces suppositions dont nous venons de parler. Presque tous les Philosophes se trompent , selon toutes les apparences , sur la cause du mouvement continué. Ils disent que le mouvement est un état & que puisque chaque chose persiste dans sa manière d'être , le corps une fois mû , doit continuer à se mouvoir. On auroit , peut-être , tout autant de droit de dire que le mouvement est un changement continuel d'états & qu'il faut donc une cause continuellement agissante pour le produire. Le corps existoit d'abord en A , il existe ensuite en B , en C , &c. Peut-il passer successivement de lui-même dans tous ces lieux en sortant de sa place à chaque instant ? N'est-il pas plus à propos de penser , conformément à ce qu'on a dit (*pag.* 27) touchant les molécules de matiere qui ne sont point affectées , que la force qui fait mouvoir le corps après qu'on a cessé de le pousser , lui est extérieure , & que cette propriété qu'il a de continuer à se mouvoir , il pourroit ne la pas avoir ?

Mais au lieu d'un mobile , considérons en deux qui

viennent se rencontrer en sens directement contraires avec des masses & des vitesses égales : Nous sommes tentés de croire qu'il faut nécessairement qu'il y ait équilibre entre ces deux corps. Ils ont des forces précisément égales ; toutes les circonstances sont les mêmes de part & d'autre , ajoute-t-on ; & il est métaphysiquement impossible que l'un l'emporte sur l'autre. Qu'on y pense cependant un peu : Ces deux mobiles sont formés chacun de la même quantité de matière , & ils parcourent en tems égaux des espaces de mêmes longueurs ; c'est tout ce que nous savons avec certitude. Le transport est égal , si par transport nous entendons la masse multipliée par la vitesse. A l'égard de la force , que j'y suppose comme attachée , je n'en ai aucune idée distincte , je l'ai sentie souvent sans la mieux connoître , & apparemment que les autres Physiciens sont dans le même cas que moi ; témoin la dispute qui fit tant de bruit il y a quelques années touchant l'expression qu'on devoit lui assigner. Tout considéré, nous ignorerions encore , si l'expérience ne nous l'avoit appris , que cette force ne dépend point du sens dans lequel le corps se meut par rapport à l'Univers. En effet , on entreprendroit inutilement de nous démontrer qu'il est géométriquement impossible ou qu'il impliqueroit contradiction que le mobile qui va vers l'Orient, surmontât toujours celui qui avance vers l'Occident , malgré leur égalité de transport. Il est vrai que tout est égal de part & d'autre , si l'on fait abstraction des Régions du Monde : Mais l'Auteur de la Nature pouvoit faire dépendre l'action de chaque mobile non-seulement de la masse & de la vitesse , mais encore de la situation de la direction selon laquelle se fait le mouvement.

Il suffit d'ouvrir les yeux pour se convaincre que la situation de la direction par rapport aux Régions du Monde ne fait rien au choc des corps. On doit conclure de là que quant à l'Ordre général , l'établissement des loix du

mouvement est antérieur à la formation de l'Univers ; & tous les Phénomènes nous confirment la même vérité. Notre globe tourne sur son axe en 24. heures ; tous les corps terrestres décrivent des cercles plus ou moins grands selon qu'ils sont plus ou moins éloignés de l'axe. Mais conformément à la loi qui porte qu'une ligne courbe ne peut être décrite que par un mouvement contraint ou continuellement gêné ; tous ces corps font effort pour s'éloigner du centre de la Terre , & cet effort qui s'exerce contre la pesanteur , la rend inégale. Preuve certaine que l'Auteur de la Nature ne veut pas absolument ou simplement que les corps terrestres décrivent des cercles. Si sa volonté se bornoit à cet effet , les graves n'auroient point de force centrifuge ; ils décriroient aussi naturellement un cercle que la ligne droite : au lieu qu'ils ont une force centrifuge considérable ; parce que les loix du mouvement sont constamment observées par tout , & qu'elles sont les premières en date , si on peut se servir de cette expression.

Sur l'Institution des loix de l'Attraction.

(2) **L**E Newtonien & le Cartésien habile , se réunissent désormais à regarder les Attractions comme un point de fait qui est attesté par un si grand nombre de Phénomènes, qu'il n'est plus permis de les revoquer en doute. Mais ces Philosophes se trouvent à peu près dans le même cas que les Nations qui ne pouvant parvenir au bonheur inestimable d'une Paix durable , se procurent au moins autant qu'ils peuvent , les douceurs passageres qu'offre une Trêve mal établie. Il leur suffit pour cela de déclarer , les uns peut-être sans trop le croire , & les autres sans trop l'espérer , que le mot d'*Attraction* de même que celui de pesanteur désigne simplement un fait , en attendant qu'on en découvre la cause. Par le moyen de cette simple précaution qui réussit toujours,
on

on peut malgré la diversité d'intérêts de Sectes , travailler ensemble comme amis à chercher des vérités d'induction , qui sont presque les seules auxquelles nous puissions parvenir ; on peut en un mot faire tout ce qu'il faut pour augmenter nos connoissances dans la Physique. La Philosophie des uns est comme entée sur celle des autres ; & il est certain que pour devenir bon Newtonien ou pour le devenir à bon droit , il faut commencer par être Cartésien & ne cesser d'être pur Cartésien qu'à la dernière extrémité. Malheureusement le concert est actuellement un peu troublé entre eux dans nos Entretiens , quoique leur dispute ne les occupera pas longtemps. Nous profiterons de cette occasion pour faire quelques réflexions sur la nature de la Gravitation universelle ; & nous tâcherons ensuite de satisfaire à quelques-unes des difficultés qu'on fait contre cette force regardée comme principe.

I.

On peut considérer l'Attraction comme plusieurs autres qualités sensibles qui s'exercent selon des lignes droites. De la divergence de ces lignes qui partent d'un point ; qui partent d'un grain de matière , il naît naturellement une diminution dans la force qui doit suivre la raison inverse du carré de la distance. L'éloignement étant trois ou quatre fois plus grand , l'Attraction sera 9 fois ou 16 fois plus petite : Mais c'est en supposant que la force qui s'exerce sur chaque ligne Mathématique ne reçoit aucun changement , & il est clair qu'elle pourroit en recevoir ; elle pourroit diminuer suivant un certain rapport qui se compliqueroit avec la diminution que produit la divergence ; un rapport se multiplieroit par l'autre. Supposé que la Gravitation sur chaque rayon ou sur chaque ligne prise mathématiquement , diminuât comme la distance , la Gravitation diminueroit en tout

comme le cube ; & on voit bien qu'elle pourroit par la même raison suivre dans sa diminution une infinité d'autres rapports , selon qu'elle diminue plus ou moins le long de chaque ligne. En général , si x marque la distance au grain de matiere , & que la loi que suit la gravitation particuliere sur chaque rayon soit proportionnelle aux puissances négatives p de x , on aura $\frac{1}{x^p}$ pour la force sur chaque ligne considérée mathématiquement. Mais les espèces de rayons sur lesquels s'exerce la force étant sujets à la même divergence que les rayons de lumiere , & que les lignes le long desquelles se continuent diverses qualités sensibles , il faut multiplier $\frac{1}{x^p}$ par $\frac{1}{x^2}$; & on aura $\frac{1}{x^{p+2}}$ pour la force attraitrice de tous les grains de matiere imaginables.

Cette expression de la force s'étend à une infinité de cas ; elle ne marque à notre égard que la simple possibilité de la chose , sans nous rien apprendre touchant le fait ou sur l'existence des cas qui ont réellement été choisis. Il nous faut consulter les Phénomènes si nous voulons découvrir combien l'Auteur de la Nature a jugé à propos d'instituer de ces différentes loix , ou s'il n'a voulu en établir qu'une seule. Nous n'avons que cette unique route à suivre , pour ne pas nous égarer dans le champ trop vaste que nous présente ici par sa généralité la Géometrie ou la Métaphysique. C'est à l'expérience seule à nous instruire ; & encore ne sommes nous pas sûrs de ne nous pas tromper : Car toutes ces matieres sont trop mêlées d'obscurité , pour que nous puissions rien affirmer absolument. Pour peu néanmoins que nous fassions attention à certaines opérations de la Nature , nous jugerons que la raison inverse du quarré de la distance n'est pas la seule qui ait été adoptée , & qu'il faut au moins que plusieurs corpuscules qui entrent dans la

composition des mixtes, agissent selon la raison inverse des cubes. Qu'on joigne ensemble plusieurs grains de matiere dont l'action suit le raport inverse des quarrés, on ne trouvera pas dans cet assemblage une force suffisante pour produire ici bas une infinité de ces Phénomènes qui frappent autant les yeux des Naturalistes dans les productions de la Nature, que les mouvemens célestes propres à établir l'autre loi, frappent les yeux des Astronomes. Les deux loix ont un égal droit à être admises : Car il ne paroît pas qu'on puisse expliquer par l'une les effets que produit certainement l'autre. Messieurs Kiell & Friend se sont attachés à mettre cette proposition dans tout son jour ; & ils n'ont fait en cela que suivre les traces de M. Newton, qui avoit déjà touché le même sujet à la fin de son Optique. Tous ont vû qu'il y avoit au moins des exemples bien distincts de deux loix différentes, l'une qui dépend du quarré, l'autre du cube de la distance. S'il ne s'agissoit que d'une simple diminution de force, on pourroit peut-être la procurer par la décomposition des mouvemens : Mais une progression n'est pas propre à tenir la place de l'autre ; & on ne peut pas encore une fois réüssir à multiplier la force jusqu'à la rendre comme immense dans le contact, en accumulant des parties qui agissent selon le quarré.

Il suit de là, que si on eut demandé à M. Newton, ou même aux deux autres Sçavans que nous venons de citer, l'expression générale de la force d'un corps formé de corpuscules pris au hazard, j'ai le soin de dire pris au hazard, ils n'eussent point hésité à nous donner une quantité complexe composée au moins de deux termes, pour représenter la diverse action des deux sortes de parties qu'ils reconnoissoient. L'expression eut été $\frac{m}{x^2} + \frac{n}{x^3}$ dans laquelle m désigne la multitude & en même tems l'intensité de la force des corpuscules qui agissent selon la raison inverse des quarrés, & n la multitude des au-

tres molécules. On ne peut pas employer d'autre expression ; aussi-tôt qu'on embrasse les principes de M. Newton dans toute leur étendue. Il ne nous l'a pas fourni lui-même , parce qu'il nous arrive tous les jours de savoir une infinité de choses sur lesquelles nous ne nous replions pas , ou sur lesquelles nous ne nous avisons pas de nous interroger. Au surplus , on se feroit une vaine difficulté , si l'on prétendoit que l'action de chaque grain ne suit pas une loi simple ; on voit bien qu'elle en suit une. Ce n'est pas que nous eussions rien à dire contre une expression originairement complexe ; de même que nous aurions tort de mettre sur le compte des nombres , les embarras dans lesquels nous jetteroit , par notre faute , l'usage des chiffres Romains , si nous les employons dans nos calculs à la place des chiffres Arabes. Mais ce n'est point cela ; l'assemblage des corpuscules , pour ainsi dire hétérogènes , apporte nécessairement de la complication dans le résultat ; & peut-être faudroit-il , si nous connoissions mieux la Nature , ajouter quelques autres termes à l'expression pour la rendre complete , quoique la diversité d'actions doive être renfermée dans des bornes très-étroites. Une règle qui est supérieure à toutes celles-là & qui sans doute n'a pas été violée , c'est qu'il n'a dû entrer de différentes loix dans le Méchanisme général qu'autant qu'elles y étoient absolument indispensables : Le nombre de toutes ces loix dépend de la variété que l'Ordonnateur de toutes choses a voulu mettre dans son Ouvrage. Ainsi , nous qui n'en pouvons juger qu'à *posteriori* & qui n'avons dans cette rencontre d'autre lumière que celle que nous fournit l'expérience , nous ne devons admettre de nouveaux principes , que lorsque nous y sommes absolument obligés , non pas par un fait unique dans la discussion duquel nous pourrions craindre quelque erreur , mais par une suite entière de Phénomènes qui déposent unanimement en faveur de la même vérité.

Je n'ai que faire d'avertir qu'il ne s'agit pas ici de la dé-

composition de la force qui résultera de l'action oblique des molécules les unes par rapport aux autres. Cette décomposition faite selon les règles ordinaires de la Méchanique , produira d'autres changemens. Nous ne considérons actuellement que la seule complication qu'introduit nécessairement la multitude des parties hétérogenes. Dans certains mixtes le terme $\frac{m}{x^2}$ doit disparaître ou devenir comme nul , parce que le nombre des autres parties sera incomparablement plus grand ; c'est ce qui donne lieu à la plupart des merveilles qui s'opèrent dans le laboratoire des Chymistes. On trouvera d'autres corps qui seront formés entièrement de parties dont l'action fuit la raison inverse du quarré des distances ; ou bien leurs autres parties seront comme ensevelies dans les premières , ou elles seront en trop petit nombre. Mais il n'est pas étonnant que les deux termes aient lieu , dans l'assemblage de tous les mixtes , dans un amas grand comme la Terre qui en contient elle-même tant d'autres ; & il n'est pas incroyable que l'action des deux différentes forces se manifeste dans le mouvement d'une Planete voisine comme la Lune , à l'égard de laquelle la pesanteur vers nous doit produire des effets plus marqués.

Aussi M. Clairaut a-t-il trouvé que le premier terme de l'expression ne suffisoit pas & qu'il falloit nécessairement en ajouter un second , aussi-tôt qu'il a examiné le mouvement de l'Apogée & du Perigée de la Lune , avec la sagacité qu'il apporte dans toutes ses recherches. La Lune étant peu éloignée de la Terre , & ses distances changeant considérablement , les deux forces ou actions particulieres doivent souffrir de grandes altérations ; & comme elles suivent différens rapports , leur diversité donne lieu de les démêler. Une barriere difficile à franchir avoit empêché M. Newton de faire cette découverte si importante , qui bien loin de faire tort à sa Théorie , la perfectionne au contraire. Pour ne pas entreprendre

la solution d'un problème embarrassant , ce grand Homme à qui nous ne devons pas en faire de reproche , puisque nous lui avons tant d'autres obligations , se contenta d'une approximation trop peu exacte. Il jugea à propos de n'évaluer que grossièrement la force perturbatrice à laquelle la Lune est sujette , cette force qui altere sans cesse & la situation de l'Ellipse , & l'Ellipse même que décrit cette Planete. Faute de vérifier ou d'apercevoir que l'action du Soleil ne pouvoit pas toute la fournir , il ne pouvoit pas soupçonner qu'il falloit en attribuer une partie à la Terre même , dans laquelle il reconnoissoit néanmoins des corpuscules qui agissent en raison inverse triplée de l'éloignement ; espèce d'action qui est propre comme il le sçavoit encore , à faire avancer d'un pas réglé la ligne des apsides dont il étoit question. On trouveroit , peut-être , encore une autre petite partie de cette force dans les corpuscules hétérogènes de la petite Planete. Mais enfin pour trancher le mot , on ne peut pas disculper M. Newton de toute erreur , puisqu'il a crû que le second terme de la Gravitation étoit insensible ; au lieu que ce terme est considérable par raport à l'autre ; ce qui change la loi de la Pésanteur qu'il faut au moins employer dans l'Astronomie Physique lunaire.

On pourra vraisemblablement, en examinant avec plus de scrupule dans la suite le mouvement des autres Planetes , décider si la distribution des parties hétérogènes est la même dans le Soleil que dans la Terre, ou que dans Saturne ou dans Jupiter. Il seroit aussi absurde de prétendre que cette distribution est la même par tout, que si l'on soutenoit qu'elle est égale ici bas dans tous les mixtes. Que la Terre contienne donc trois ou quatre fois plus de parties d'une espèce que de l'autre , on n'en doit rien conclure à l'égard des autres corps célestes , ni même à l'égard de la Lune : Car le deuxième terme qu'il faut ajouter à l'expression de la Pésanteur , appartient jusqu'à présent par indivis aux deux Planetes , & on peut dire à peu près

la même chose du premier. Nous pouvons dire quelque chose de plus ; les Cieux nous présentent une matière qui paroît exempte d'inertie , puisqu'elle ne fait point de résistance sensible aux mouvemens des Planetes. Une semblable matière ne paroît pas propre à avoir une force attraitrice : Car il faut une certaine sorte de réaction ou de résistance de la part des corps qui agissent en distance. Ils n'attirent que parce qu'ils sont eux-mêmes attirés , & qu'ils ne cedent à cet effort que lentement. Mais il se peut faire que toute matière qui a de l'inertie n'agisse point dans l'éloignement ; & il suit de là que quoique la multitude des parties qui forment un corps , soit exprimée par une quantité complexe de trois termes , il n'y en aura quelquefois que deux qui contribueront à l'action dans l'éloignement. Il faudra excepter peut-être un grand nombre de parties dotées d'inertie , mais destituées d'attraction , pendant que les autres corpuscules agiront inégalement ; ce qui nous donnera la même expression que ci-devant pour l'action totale.

II.

Il ne nous reste plus qu'à examiner , comme nous l'avons promis , les difficultés qu'on fait ordinairement contre les Attractiones. Je n'entreprendrai pas de répondre ici aux objections que les personnes qui ne sont nullement initiées dans ces matières hazardent quelquefois. On a déjà entendu parler en France des tentatives que je fis au Pérou à la fin de 1738 sur une Montagne continuellement couverte de neige , nommée *Chimborazo* qui est la plus haute que j'aye vûë , & peut-être la plus haute du Monde. J'invitai Messieurs de Ulloa & de la Condamine , à être témoins des Observations que je me proposois d'y faire & à y prendre part. Nous nous postâmes au pied de la neige , 829 toises au-dessous du sommet de la Montagne , & 2388 toises au-dessus du niveau de

la Mer. Là, un fil à plomb se détourna vers Chimborazo d'environ $7\frac{1}{2}''$, c'est-à-dire, que sa tendance vers la Montagne ne se trouva guères que d'une 27 ou 28 millièmiè partie de sa tendance en bas vers la Terre. Mais si une si énorme masse, comme la Montagne, produisit si peu d'effet, qu'on juge de celui que causeroit le Mont-Valerien, qui n'est peut-être pas la vingt millièmiè partie de la masse dont nous ressentions la présence, & qu'on s'étonne ensuite que nos plus grans édifices n'agissent pas d'une manière sensible sur les corps qui sont dans leur voisinage ! Je laisse encore une fois ces sortes d'éclaircissèmens, pour considérer les attractions d'un autre côté. Qu'elles soient impossibles, je doute que personne le pense. Qu'elles soient inutiles, c'est la grande objection que répètent continuellement les Sectateurs de M. Descartes, & c'est la plus difficile à résoudre ; parce qu'il ne suffit pas de refuter les explications de la plupart des Phénomènes qu'ont donné ces Philosophes, il faut encore faire voir qu'il n'est pas possible d'en trouver de meilleures, tant qu'on se renferme dans les principes Cartésiens. Nous aurons souvent occasion de suivre cette objection & de l'examiner dans ces Remarques. On a fait enfin une troisième difficulté un peu différente de la seconde, & c'est celle dont nous allons actuellement pèser la force. Les Sectateurs de M. Leibnitz en puisant dans la Métaphysique de leur Maître, ont prétendu montrer, non pas que la Gravitation universelle étoit impossible, mais qu'il n'y a jamais eu de raison de l'établir.

Ils soutiennent que lorsqu'on considère un corps, on ne voit rien qui ait raport à la vitesse qu'il doit prendre ni à la direction qu'il doit suivre. Ce corps est placé dans le vuide : on l'examine inutilement, on ne peut décider de son sort par l'effet de l'Attraction. Le problème est indéterminé à cet égard ; il n'admet point de solution précise & certaine ; & c'est à peu près comme
s'il

s'il n'en admettoit aucune. Rien ne réglant l'Attraction, elle n'a pas dû être établie : Car pourquoi seroit-elle plutôt d'un certain degré que d'un autre ?

Pour moi, j'avoüe ingénument que je ne suis nullement étonné que le problème considéré de cette sorte, soit susceptible d'une infinité de solutions. L'Attraction ne peut s'exercer que lorsqu'il y a plusieurs corps : Ainsi pour prévoir ce qui arriveroit à chacun d'entr'eux ; il faut embrasser du même coup d'œil tout le système ; & alors la question qui paroïssoit indécise, ne le sera plus. N'est-ce pas à peu près la même chose lorsqu'un corps en mouvement en choque un autre ? Si je ne jette la vûe que sur le corps choqué, je ne découvre rien qui puisse lui faire prendre une nouvelle vitesse. Je vois, il est vrai, dans l'instant du choc un autre corps : Mais ce dernier pourroit rester pendant un siècle entier dans la même place sans produire le moindre effet. Il faut donc que je sçache que ce dernier mobile vient de plus loin ; il faut en un mot que je n'ignore aucune des circonstances essentielles. Je ne suis aussi obligé à rien de plus lorsque j'examine un système de corps ; & que j'entreprends de marquer les effets de l'Attraction. Il n'est pas douteux qu'il n'y aura pas d'action dans l'éloignement, si le corps est tout seul.

On repliquera, peut-être, que si la direction que doivent suivre les deux corps en s'approchant mutuellement l'un de l'autre, est indiquée par la ligne droite qui les joints, & que si outre cela le changement de leur Gravitation dans tous les points de la distance, est soumis à une loi certaine, les degrés même de cette Gravitation ne paroissent pas l'être ; & que les deux corps n'offrent aucune particularité qui puisse servir à les déterminer. On ajoutera que la distance & la gravitation sont des grandeurs absolument hétérogènes, qu'elles n'ont point de rapport entre elles qui permette de les comparer immédiatement. C'est-à-dire, que l'une ne peut jamais

être prise pour la mesure absolue de l'autre , quoiqu'on puisse exprimer réciproquement leurs changemens les uns par les autres , parce qu'il ne s'agit alors que de proportion. Tout cela prouve que si les deux corps étoient seuls dans la Nature , la force même de la gravitation ne seroit soumise , quant à sa quantité ou à son intensité , à aucune règle précise fondée sur les seules conditions données. Mais ce n'est plus la même chose si nous considérons l'Univers dans son état actuel , & si nous faisons attention à l'harmonie qu'il y a entre toutes ses parties. Les Planetes en circulant autour du Soleil avec une certaine vitesse , font un effort continu pour s'éloigner de cet Astre : Les Planetes secondaires ou Lunes , font un effort semblable pour s'écarter de leur Planete principale. L'Auteur de la Nature , comme nous l'avons dit plus haut , n'anéantit point ces efforts centrifuges , mais il leur oppose une force contraire , la Gravitation avec laquelle ils se mettent en équilibre. Or , c'en est assez pour que cette dernière force reconnoisse des règles qui l'empêchent d'être arbitraire. Il n'a pas fallu la rendre trop grande , pour ne pas précipiter toutes les Planetes dans le Soleil ; ni la rendre trop petite pour ne pas laisser les mêmes Planetes aller se perdre vers les extrémités de l'Univers en suivant des lignes presque droites : il a fallu enfin que la gravitation fut précisément d'un certain degré , pour que les Orbites devinssent des Ellipses déterminées fort approchantes du cercle & parcourues dans un certain tems. Tout ce qui résulte de là , c'est que si la Gravitation universelle constitue un principe distinct , ce principe ne tient que le second rang entre ceux de Physique : il n'est pas antérieur à la formation de l'Univers , comme le sont à certains égards les loix du mouvement ou le Mécanisme ordinaire. L'inertie est une suite ou plutôt une dépendance nécessaire des loix du mouvement : Il n'a été permis de la méconnoître que lorsqu'on ne les a pas

bien connuës. Mais quant au principe de la Gravitation ou de la Pésanteur universelle, son infériorité est incontestable ; puisque dans une de ses premières circonstances ce principe dépend des dimensions des Orbites Planétaires & de la promptitude de leur révolution.

On voit clairement que c'est par une fausse application du principe de *la raison suffisante*, qu'on prétendoit proscrire la Gravitation universelle. Le principe de la raison suffisante nous paroît hors de doute. Seroit-il possible que quelque chose se fit sans cause, ou sans raison déterminante ? Le principe est donc certain. Mais en vérité, l'instrument entre nos mains est trop délicat, pour que nous soyons toujours sûrs d'en faire un bon usage. Il ne nous est pas donné de prendre un vol assez hardi, pour pouvoir, comme si nous étions au-dessus de tout, considérer les choses d'un point de vûë suffisamment élevé. Il nous faut presque toujours tenir un chemin tout opposé ; remonter le mieux que nous pouvons des effets aux causes, ou nous borner aux seules vérités d'induction.

L'Univers matériel a comme deux modules différens ou deux parametres, auxquels toutes ses particularités se rapportent. Tout est déterminé aussi-tôt que les deux parametres sont fixés ; & l'un des deux pourroit varier à l'infini, pendant que l'autre demeurerait constant ou variroit en sens contraire. En effet, un Univers semblable au nôtre pourroit n'avoir que la grosseur d'un de nos grains de sable, & il pourroit au contraire être porté à un excès de grandeur qui rendît ses grains de sable plus gros que notre Terre ou notre Soleil. Le module du tems pourroit aussi être diminué ou augmenté à l'infini ; tous les siècles ; tous les mouvemens périodiques, toutes les vicissitudes s'accompliroient plus ou moins promptement, mais dans un ordre parfaitement semblable. Il ne nous reste plus qu'à ajouter, pour écarter toutes les chicanes d'une Métaphysique trop subtile, que chacun de ces Mondes dont les dimensions seroient différentes & dont

la durée des révolutions seroit aussi plus grande ou plus petite , pourroit subsister en même tems que le nôtre. Enfin , on considérera que tous ces différens plans d'Univers seroient parfaitement équivalens ; puisque l'enchaînement de tous les Phénomènes y seroit le même & les scènes ordonnées de la même façon. Il ne faut donc pas que le Leibnitien se hazarde d'appliquer ici son principe ; car il en tireroit une conséquence ou fausse ou absurde : il nous diroit que Dieu n'a pas créé de Monde , ou qu'il en a créé une infinité d'infinités. Je dis une infinité d'infinités , à cause des deux parametres dont dépend chaque système de Mondes , entre ceux qui sont semblables.

Au surplus , nous ne chercherons point à nous disculper si dans les Remarques précédentes , de même que dans les suivantes , nous avons recours si souvent à la puissance du Créateur , quoique nous ne prétendions pas sortir des limites étroites dans lesquelles nous avons dû nous renfermer. Lorsqu'il s'agit d'un fait particulier , on auroit tort de ne pas le rapporter aux causes Physiques dont il dépend , ou à l'ordre qu'on sçait qu'il y a entre toutes les causes secondes. C'est la grande élasticité de la flamme conçûe dans un petit espace , qui fait , par exemple , que le boulet est chassé du canon avec tant de force , & que le boulet va fraper un mur qu'il renverse. Tout cela doit s'expliquer par les seules loix du Méchanisme étendu à tout ce qu'il comprend ; & c'est la même chose , lorsque le vent déracine un arbre , ou que le Tonnerre détruit un édifice sur lequel il tombe. Mais qu'on remarque qu'il faut bien recourir à l'autorité de l'Ordonnateur de toutes choses , lorsqu'on entreprend de fonder la Physique ou de penetrer jusqu'à la premiere source de ses principes. La Philosophie devient alors nécessairement une espèce de Théologie : Elle le devient , aussi-tôt qu'on est convaincu que les loix qui composent le Méchanisme sont effectivement

des loix , & qu'on ne donne pas dans la pensée si absurde , de les regarder comme des suites nécessaires des propriétés Géométriques de l'étendue.

*Des Principes de Physique qu'on pourroit substituer
aux Attractions.*

(3) **Q**UELQUES solutions qu'on donne aux objections qu'on fait ordinairement contre les Attractions , on ne prouve tout au plus que la possibilité de ces sortes de forces , & on ne prouve pas qu'elles aient effectivement lieu. Ce sont les expériences & les Phénomènes qui doivent nous apprendre le reste. Mais il faut éviter en cela un équivoque qui fait prendre le change à bien des gens. Les Phénomènes nous indiquent la Gravitation universelle , mais ils ne nous l'indiquent que comme un fait que les Cartésiens même doivent admettre. C'est ce qu'il faut bien remarquer. Car il ne s'agit pas de là que l'Attraction ou la gravitation universelle forme un principe indépendant & distinct , qui fasse partie du Mécanisme , en tenant un certain rang entre les autres loix de la Nature. Pour s'assurer donc d'une manière infaillible de la vérité du principe , il faut , comme l'ont reconnu nos trois Interlocuteurs pouvoir se démontrer clairement à soi-même que la plupart des Phénomènes sont absolument inexplicables par des moyens plus simples. Ce n'est qu'à ce prix , nous le repetons , qu'on peut acquérir le droit de reconnoître de nouvelles loix ; & peut-être même que M. Newton n'est pas allé tout à fait si loin. Nous voyons que dans une des Questions qui est à la fin de son Optique dans la 21^e. , il fait mention d'un fluide répandu par tout , qui étant plus dense au dehors du Soleil & des Planètes qu'à leur surface , pourroit être la cause de la pesanteur. Ce grand

Homme parle aussi de l'effort continuel que pourroient faire les parties de l'éther pour s'éloigner réciproquement les unes des autres. Supposé néanmoins qu'on pût expliquer par ces moyens les difficultés de Physique qui ont embarrassé les Cartésiens, ce seroit toujours introduire de nouveaux principes dans le Méchanisme, puisque ceux qu'on propose ne naissent pas de la seule combinaison des loix du mouvement.

Nous devons aussi à M. Varignon une hypothese fort ingénieuse qu'il donna en 1690, pour expliquer la pesanteur. Cette hypothese qui sort un peu du Méchanisme ordinaire, n'est pas d'une application assez heureuse lorsqu'il s'agit des corps terrestres. L'Auteur, dont la marche étoit ordinairement si sûre, ne s'est pas garanti de toute faute de Géométrie en discutant son sujet. Mais ce qui nous paroît très-digne de remarque, c'est que son hypothese réussit parfaitement bien, lorsqu'on l'applique aux Phénomènes de la Gravitation universelle dont nous voyons des effets continuels dans le Ciel. M. Varignon, à qui tout cet usage ne s'est pas montré, suppose que l'Univers est plein d'une infinité de corpuscules qui se meuvent avec une extrême rapidité en toutes sortes de sens. Il n'est pas nécessaire que ces corpuscules forment un fluide, ils peuvent être détachés les uns des autres, à peu près comme la plupart des Newtoniens, suposent que les petits corpuscules qui constituent les rayons de lumiere sont isolés. Ces corpuscules doivent être très-petits, & ils doivent en même tems se mouvoir avec une extrême rapidité : car il faut que la vitesse des Planetes soit comme nulle à l'égard de celle qu'ils ont. L'énorme promptitude de leur mouvement est cause qu'ils frappent une Planete de tous les côtés avec une force qui est la même : La vitesse de la Planete n'ajoute rien à la grandeur de l'impulsion d'un côté, ni ne retranche rien non plus de l'impulsion du côté opposé.

En tout cas, si les deux impulsions n'étoient pas par-

faitement égales , la Planete éprouveroit quelque résistance en continuant son cours ; elle perdrait peu à peu de son mouvement , & la gravitation se trouvant trop forte , la Planete iroit insensiblement en s'aprochant du Soleil , dans lequel elle tomberoit à la fin , après avoir fait un grand nombre de révolutions. Rien ne nous assure que les Planetes ne soient pas effectivement sujetes à ce progrès lent vers le centre de leur période. Ce n'est que l'observation des diamètres du Soleil qui puisse nous apprendre que nous ne changeons point de distance par raport à cet Astre, qui nous paroîtroit plus grand si nous nous en aprochions d'année en année. Mais il n'y a pas assez long-tems qu'on mesure les petites grandeurs célestes , avec une certaine exactitude , pour que nous ayons des observations à opposer à ce péril dont la Terre est menacée , de même que toutes les autres Planetes qui composent le système Solaire.

Au lieu de porter la vûë si loin , considérons la Lune dont nous sçavons l'éloignement à la Terre. Cette Planete secondaire doit être frappée de tous les côtés par les corpuscules de M. Varignon ; mais cependant elle fera un peu à couvert de l'impulsion par dessous ; puisque la Terre la garantira d'une infinité de chocs. Ainsi la Lune moins poussée par en bas que par en haut , tendra à tomber sur la Terre , & elle y tomberoit effectivement si la vitesse de ses révolutions ne lui faisoit acquérir une force centrifuge qui la soutient. Notre célèbre Académicien n'avoit pas fait attention à la force centrifuge ; il avoit crû qu'il y avoit un point de repos où les impulsions étoient exactement égales ; & qu'un peu au-dessus & au-dessous de ce point , le Grave , n'étoit point encore exposé à tomber , à cause de la résistance du milieu. Il n'osoit pas regarder jusqu'aux extrémités de l'Univers , qui sont comme infiniment éloignées : Il se consideroit comme à l'étroit sous une espèce de voute. Son système perdoit à n'être pas développé davantage ,

& il l'embarraſſoit ſans nul beſoin , en lui ôtant de la ſimplicité qu'il a naturellement. L'eſpace de repos ne ſervoit qu'à loger tout au plus les boulets de canon que le P. Merſenne & M. Petit avoient tirés en haut & qu'ils n'avoient pas vû retomber.* Mais les corpuscules agités, comme nous venons de l'expoſer, donneront à toutes les Planetes principales de la péſanteur vers le Soleil, à cauſe de la groſſeur énorme de cet Aſtre. Les Sate- lites auront de la péſanteur vers les Planetes auxquelles elles apartiennent ; & outre cela toutes ces Planetes (les plus groſſes au moins) modifieront ou troubleront un peu leur mouvement, par une eſpèce d'action réci- proque, ou pour mieux dire, parce qu'elles ſe mettront mutuellement à couvert du choc des corpuscules, lorſ- qu'elles paſſeront à une certaine diſtance les unes des autres. Tout ſe paſſera comme dans le Monde Newto- nien.

* Voyez
le ſecond
Tome des
Lettres de
M. Deſcar-
tes de l'E-
dition de
1724. Let-
tre IV.

Je me contenterai de démontrer la propoſition fonda- mentale de cette Théorie : La forme de cet Ouvrage ne me permet rien de plus. Je ferai voir qu'en ſuppoſant des corpuscules qui ſe meuvent en toutes ſortes de ſens, un grain de matiere placé en A, (*fig. 1. **) il n'importe à quelle diſtance du globe BED, éprouveroit une pé- ſanteur vers ce globe, qui ſeroit précifément en raiſon inverſe du quarré de la diſtance AC au centre du globe. Le grain de matiere A ſeroit également pouſſé de tous les côtés, s'il n'étoit en quelque ſorte à l'abri par le voi- ſinage du globe BED. Recevant une infinité de chocs de toutes parts, il faut excepter le cone ou ſecteur ſphérique FAG qui ne contient aucun corpuscule qui contribue à l'impulſion, parce qu'ils ſont tous de ce côté-là arrêtés par le globe. Ainſi, la péſanteur du grain de matiere A doit être exprimée par les chocs que ſont les corpuscules contenus dans le ſecteur ou dans le cone égal & opoſé par le ſommet au cone FAG. Sans nous donner la peine de tracer cet autre cone, nous n'avons qu'à

qu'à considérer celui FAG dans lequel sont contenus les corpuscules , qui faute de fraper , donnent lieu à la pesanteur. Ses côtés AF & AG , sont comme les rayons ou semi-diametres de l'Univers : Car nous pouvons supposer que le grain A de matiere en occupe le centre. Il suit de là que la multitude des corpuscules que nous avons à considérer , ou que leur force absoluë peut être représentée par la portion de surface sphérique GPF dont on peut supposer qu'ils partent. Il représentera par la même raison tous les corpuscules qui partiront de l'espace Ii ou la force totale dont ils seront capables : Mais comme ces corpuscules suivent des directions obliques par rapport à l'axe PA du secteur , ils ne contribueront pas tant à augmenter la pesanteur que d'autres. C'est pourquoi il faut décomposer leur mouvement.

La partie de leur effort qui sera efficace , ne sera représentée que par IL ou Mm , à cause de la proportion $IK \mid KA \parallel Ii \mid IL$, qui marque le rapport selon lequel se fait la décomposition. On trouvera de la même maniere que tous les autres efforts efficaces seront représentés par les parties correspondantes de FG , interceptées par des perpendiculaires abaissées de la surface sphérique sur FG. Il suivra de là que pendant que les efforts absolus seront représentés par la surface sphérique entiere dont FPG est la largeur , les efforts relatifs qui causent la pesanteur le seront par l'aire du cercle dont FG est le diametre ou par la base du cone FAG. Or , il ne reste plus qu'à remarquer après cela que le rayon FH de ce cercle est toujours en raison inverse de la distance CA du grain de matiere A au centre du globe. Car on a continuellement la proportion $CA \mid CB \parallel AF \mid FH$, ce qui donne $FH = \frac{CB \times AF}{CA}$; expression de FH dans laquelle CB & AF sont constantes ; CB , tant qu'on considère le même globe , & AF , parce que le corpuscule A est toujours situé comme au milieu de l'Univers. Ainsi ,

le quarré de FH ou l'étendue du cercle qui marque la somme de tous les efforts relatifs efficaces, suit constamment la raison inverse du quarré des distances CA. Supposé que le globe BED donnât passage à quelques-uns des corpuscules qui causent la pesanteur, cette force ne suivroit plus exactement la même loi, & elle pourroit aussi changer, si l'on substituoit à la place du grain de matiere A un corps de grandeur finie. Cependant dans les très-grandes distances la raison inverse du quarré sera toujours sensiblement observée. On peut s'en assurer d'autant plus aisément que le calcul sera direct : Il ne s'agira que d'intégrer ; & on pourra au moins y réussir toujours par approximation.

Mais outre que ce système ne représente pas bien les circonstances de la pesanteur à l'égard des corps terrestres, comme nous aurons occasion de le montrer, peut-être que les Cartésiens ne seroient pas plus disposés à le recevoir que le Newtonisme même. Ces corpuscules mis en lignes droites, jusqu'où vont-ils, & comment reviennent-ils en rebroussant chemin ? Se meuvent-ils dans le vuide, ou dans un milieu qui n'a point d'inertie & qui ne fait pas de résistance ? Supposé qu'un Sectateur de M. Descartes digérât ces difficultés, qu'il reconnût de la matiere différemment affectée, rien ne lui coûteroit de faire quelques pas de plus. Mais enfin les corpuscules dont l'hypothese paroît avoir besoin, sont-ils absolument nécessaires ; & la possibilité de leur existence & de leur action, ne pourroit-elle pas, quoiqu'ils n'existassent point, servir de règle à la pesanteur ? Je veux dire que rien n'empêcheroit que la gravité n'eût été soumise aux mêmes loix que si elle dépendoit du choc de ces corpuscules ou de quelques autres, quoi qu'elle constituât un principe à part ajouté au Méchanisme.

*De l'insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer
la dureté des corps.*

(4) **I**L n'est besoin que d'une médiocre attention pour se convaincre que les loix du mouvement appliquées toutes seules à de l'étendue ou à de la matière diversement configurée , quoique simple , ne peuvent pas donner à certains corps la dureté que nous leur éprouvons. Les Physiciens qui employoient des parties élémentaires branchuës ou crochuës , afin d'en former des tissus ou des entrelassemens , suposoient précisément ce qui étoit en question. M. Jacques Bernoulli & le P. Malebranche , sont les seuls qui nous aient donné sur ce sujet une explication un peu plausible. Ils ont eu recours à l'action d'un fluide extérieur très-comprimé , qui pousse les molécules de matière les unes contre les autres ; en les pressant avec d'autant plus de force , que ces molécules se touchent par une plus grande surface.

Si le corps dur n'avoit point de pores , ou que toutes les parties élémentaires dont il est formé se touchassent si parfaitement qu'elles ne laissassent aucun vuide , ce corps devroit être d'une dureté comme infinie , puisqu'il n'y auroit rien de perdu dans l'effort du fluide ambiant ou de l'éther qui a une si grande force comprimante. Lorsque deux icosaèdres égaux ont un de leurs triangles appuyé l'un sur l'autre , il y a une partie de l'effort du fluide ambiant qui s'exerce en pure perte , & qui pousse en dehors. Mais ce n'est pas la même chose , lorsque tous les grains de matière qui composent le corps solide s'arrangent parfaitement ; rien n'est perdu dans l'action du fluide environnant. Nous osons néanmoins le dire , malgré la grande autorité des célèbres Promoteurs de cette explication , qui a été presque généralement adoptée , & que nous avons aussi regardé pendant long-tems

comme suffisante ; un pareil corps seroit parfaitement mol & cederait au plus petit effort qui travailleroit à altérer sa figure. Qu'on donne à une certaine quantité de matiere la forme d'une sphère ou celle d'un cube , &c. la compression qui s'exercera sur chaque portion de sa surface , sera toujours également en équilibre avec la pression qui se fera sur toutes les autres parties. Toutes les figures seront absolument indifférentes : L'équilibre sera toujours le même. C'est précisément comme si nous disions que le poids de l'atmosphère ne contribue en rien à la rondeur des gouttes d'eau ou des autres liqueurs. Ainsi, le moindre effort qui surviendra d'un côté ou d'autre , doit nécessairement troubler l'équilibre & produire du dérangement , si rien autre chose n'unit les parties intégrantes du solide.

Il suffit d'indiquer ici la raison de l'équilibre dont dépend le *non effet* de la compression de l'éther. La matiere contenue dans l'espace irrégulier ABCD (fig 2*) est comprimée avec force par un fluide ambiant , très-élastique , très-comprimé lui-même. Le corps ABCD fera un corps sensible , ou , si l'on veut , un simple grain de matiere , un corpuscule , une partie élémentaire. Quoique la face AB soit beaucoup plus petite que la face AD , cependant les pressions qu'elles souffrent , sont exactement en équilibre l'une avec l'autre ; & c'est la même chose de toutes les autres faces. Je joins les points B & D par la droite BD , & du point A j'abaisse la perpendiculaire AE sur cette ligne. Partageant ensuite par la pensée le côté AD en une infinité de parties égales comme Ff , je conduis des paralleles FG & fg à DB , lesquelles viendront diviser AB en parties aussi égales entr'elles. Je suppose après cela que l'effort de la compression sur chaque petite partie est représenté par la grandeur même de cette partie ; l'effort sur Ff sera exprimé par Ff , on dira la même chose de Gg ; & si en décomposant ces efforts , on recherche la force rela-

tive qui s'exerce perpendiculairement à AE, on trouvera qu'elle est toujours représentée par les petites parties Ll qui sont interceptées sur Ae par les lignes FG & fg. Or, il suit de là que les deux efforts absolus sur les côtés entiers AB & AD sont exactement en équilibre, puisqu'ils n'ont à s'opposer mutuellement que des forces relatives toujours égales. Le même raisonnement aura lieu à l'égard des autres côtés, & l'équilibre étant parfait, ou toutes les compressions particulières se contrebalançant, il est clair que le plus petit effort accidentel qui surviendra fera, pour ainsi dire, panacher la balance, & apportera du changement à la figure; la compression du fluide ambiant ne s'y opposera jamais.

Si au lieu de n'employer que la seule pression extérieure pour former les corps durs, on suppose de plus que leurs élémens ont une figure déterminée & constante, il n'y aura plus de difficulté; les mixtes & les corps sensibles pourront être capables d'une très-grande résistance. Deux grains de matière sont durs par eux-mêmes, & ils s'appuyent en partie l'un sur l'autre, pressés qu'ils sont par l'éther ou par quelque autre fluide ambiant. Si les faces contiguës ont une certaine longueur, la compression extérieure agira souvent, comme une puissance appliquée à un levier, pour s'opposer au dérangement; & il n'est pas moins certain si un mixte est composé d'un grand nombre de semblables molécules, qu'outre l'engrainement qu'il y aura entre plusieurs d'entr'elles, on ressentira toujours cette force de levier dont nous parlons.

Mais qu'on considère combien de différentes suppositions on emploie pour rendre raison du Phénomène: & cela pour ne pas admettre la gravitation universelle des parties de matière les unes vers les autres, comme on l'a exposé dans la remarque, num. (2) & comme Théodore l'avoit expliqué! La compression que fait le fluide ambiant est déjà quelque chose d'ajouté au pur Mécha-

nisme , ou au Méchanisme ordinaire. C'est un principe de plus qui n'est pas compris dans les loix du mouvement. Ce n'est pas assez que ce fluide soit élastique par lui-même , il faut encore une force extérieure qui le presse par dehors & qui l'empêche de s'étendre en le contenant toujours dans certaines limites. Une autre addition bien plus forte & bien plus humiliante pour ceux qui prétendent tout expliquer par les seuls principes Cartésiens , c'est que les parties élémentaires ont une figure constante ; & on ne peut en assigner d'autre cause que la volonté du Créateur. Il nous paroît au reste , qu'on ne sçauroit douter un moment de cette figure fixe qu'ont les grains de matiere qui entrent dans la composition des corps terrestres. Ces grains ont été comptés par celui qui sçait le nombre des grains de sable : & il lui a été aussi facile de leur prescrire une figure déterminée que de leur donner de l'inertie, ou de les soumettre aux loix du mouvement. L'Ordonnateur de toutes choses a même voulu que toutes ces différentes loix se modifiassent : car le grain de matiere participe au mouvement , dans le tems même qu'il n'y a qu'une de ses extrémités qui est exposée au choc & qui seroit mûe si une loi ne se combinait pas avec l'autre , ou plutôt ne la modifioit pas. Le célèbre M. Leibnitz , s'écrie en vain que la loi de la continuité sera violée , si des parties de matiere qui sont dures se trouvent à côté de quelques autres qui n'ayant point été affectées , sont parfaitement molles. La loi de la continuité est-elle mieux observée , lorsqu'un globe roule sur un plan , ou que de la matiere en mouvement se trouve à côté de quelque corps en repos ? il faut porter le même jugement sur ce principe que sur celui de la raison suffisante : On courra toujours moins risque de se tromper sur la convenance ou la non convenance des choses , lorsqu'on n'en jugera que d'après les Phénomènes.

Nous ignorerons vraisemblablement toujours le nom-

bre des différentes espèces de parties primordiales ou élémentaires que la Nature emploie dans ses Ouvrages. Thalès , qui prétendoit que l'eau étoit le principe de toutes choses , qu'elle suffisoit par le divers arrangement de ses parties pour composer tous les mixtes , les corps solides comme les fluides , se trompoit sans doute. Ce Philosophe avoit suivi avec attention toutes les transformations de l'eau , lorsqu'elle tombe en pluie , lorsqu'elle contribue à la germination des Plantes & à leur production , lorsque les Plantes servent à la nourriture des Animaux , &c. Mais est-il bien sûr que l'eau soit propre à former de l'or & du fer , ou seulement de l'air tel que celui que nous respirons. Il faut nécessairement plus d'une espèce de corpuscules ; il en faut de grosseurs & de figures différentes ; il en faut aussi dont l'action suive diverses loix : mais il n'est pas nécessaire que cette diversité soit portée bien loin, pour qu'il en résulte une multitude prodigieuse de différentes combinaisons , & pour que les corps solides jouissent de toutes les propriétés qu'on leur connoît.

Sur la résistance des Milieux au Mouvement.

(5) **O**N peut appliquer à un sujet tout différent , au mouvement des corps dans le plein , une partie des choses que nous venons d'exposer. Les réflexions que nous allons faire sur ce point qui est un des plus important de la Physique , se rapportent à divers endroits du premier Entretien : Nous les plaçons ici , non pas tant pour nous conformer à l'ordre que nous avons suivi dans l'Ouvrage même , que pour observer quelque ordre dans ces Additions ; celle-ci pouvant répandre un nouveau jour sur les suivantes. Quelques Cartésiens qui ont senti combien il seroit de conséquence pour leur système , qu'un Milieu parfaitement plein ré-

fistât peu au mouvement , ont prétendu que les Milieux qui renfermoient de petits vuides , devoient résister le plus ; mais que dans le plein universel , dans un fluide infiniment élastique & encore plus comprimé , la résistance pouvoit devenir absolument nulle. Il nous a paru que nous devions , en dissipant l'obscurité qu'on a jettée mal à propos sur ce sujet , faire voir combien la prétention de ces Philosophes est peu fondée dans leurs principes.

I.

On peut se former tant de différentes idées sur la nature des fluides , qu'il est bon de commencer par fixer nos termes , afin de ne pas tomber , sans y penser , dans l'inconvenient de mettre de l'opposition entr'eux. Lorsqu'on veut entrer dans la pensée des Cartésiens , il ne s'agit toujours que de Milieux parfaitement homogènes & également assujettis aux loix de l'inertie & du mouvement. Mais , supposons que le Milieu ne soit point encore soumis à ces loix , supposons qu'il n'est point affecté & qu'il diffère en cela du mobile : ses parties perdent leur mouvement aussi-tôt qu'on les laisse à elles-mêmes ; & leur état ordinaire est le repos dans lequel elles retombent , aussi-tôt qu'on cesse de les pousser. Il est certain qu'un Milieu formé de semblables parties doit être infiniment fluide , car il est parfaitement mou ; il n'admet aucun frottement , il cède sa place sans la moindre peine , & il ne peut donc pas faire le plus petit obstacle au mouvement des corps qui le traversent. Telle est la notion d'un Milieu infiniment fluide dont nous croyons l'existence très-possible. Ce milieu sera sujet , si on le veut , à une compression extérieure qui sera infinie , & on peut donner encore une certaine sorte d'élasticité à ses parties , en suposant qu'elles font un très-grand effort pour s'éloigner les unes des autres : tout cela ne chan-
gera

gera rien à la Thèse. Les mobiles qui seront renfermés dans ce Milieu , se trouveront très-pressés ; mais comme nous l'avons montré dans les remarques précédentes , il y aura un parfait équilibre entre toutes les pressions particulières ; & par la même raison qu'elles ne sont nullement capables d'altérer la figure du mobile , elles ne pourront aussi faire aucune résistance à son mouvement.

On peut en effet comparer le mobile comprimé infiniment , mais également de tous les côtés , à un bateau qui pendant qu'il cède à un léger souffle de vent , feroit tiré par une infinité de personnes selon une certaine direction & par un égal nombre d'autres personnes dans une direction toute contraire. Leurs efforts se détruiroient mutuellement ; & la navigation du bateau se feroit précisément , comme si tout ce monde n'agissoit pas. Il ne faut aussi avoir aucun égard aux diverses pressions auxquelles le mobile est sujet ; puisqu'elles sont toutes égales. Le mobile oblige , il est vrai , les molécules du Milieu qu'il rencontre à se retirer & à faire une espece de circulation ; mais ces molécules n'étant point soumises à la loi de l'inertie & étant absolument indifférentes au mouvement & au repos , leur transport ne peut causer aucune diminution au mouvement du corps solide. Il n'importe même que les molécules du fluide fassent effort pour s'éloigner les unes des autres & qu'elles aient une espece de force élastique ; car comme aucune d'entr'elles ne peut servir de point d'appuy , elles doivent au lieu de se laisser presser , se retirer plutôt avec promptitude , en faisant place au mobile.

II.

Mais , rapprochons-nous maintenant de l'hypothèse des Cartésiens , qui , comme on le sçait , & c'est même ce qui les distingue des autres Physiciens , n'admettent aucune exception dans la maniere dont les corps sont af-

fectés. Ces Philosophes croiroient effectivement accorder beaucoup trop , s'ils convenoient que les loix du mouvement n'étendent leur règne que sur une partie de la matiere, & qu'il y a quelque distinction à mettre à cet égard entre corpuscules & corpuscules. Supposons donc que le Milieu est parfaitement homogène , de même densité que tous les autres corps ; & qu'il peut non-seulement recevoir du mouvement , mais le conserver & le communiquer. Alors , il n'y aura plus de Milieu parfaitement fluide , si par fluidité on entend la propriété de se laisser traverser sans faire aucune résistance. On peut bien réduire à rien l'obstacle qui vient de l'engrainement des molécules ou de leur ténacité ; mais il restera toujours la résistance que cause l'inertie ou la difficulté que font en se retirant des parties qui ne se laissent transporter qu'avec peine. Qu'on imagine tant qu'on voudra dans le fluide des molécules prodigieusement plus déliées ou plus fines les unes que les autres , & qu'on suppose que pendant que les plus grossières se rapprochent mutuellement , les autres s'échappent par l'effet de la compression. Cette compression exige un effort de même que la fuite des parties plus subtiles , qui se débarrassent d'entre les premières. Grosses ou petites , il faut toujours considérer leur masse totale ; & elles forment ensemble un tout qui contient autant de matiere que le mobile , lorsque ce corps qu'on peut supposer un cylindre , a parcouru la longueur de son axe. Ainsi , les Sectateurs de M. Descartes , tombent dans une contradiction manifeste , lorsqu'ils persistent d'un côté à se renfermer dans l'enceinte trop étroite de leurs principes , & que de l'autre ils ont recours à des Milieux infiniment fluides : Leur système est trop simple , pour fournir de tels Milieux.

Nous convenons bien que le mobile n'agit pas contre le fluide comme contre un corps solide ; il ne rencontre dans chaque instant qu'une simple lame , laquelle n'a qu'une épaisseur qui est comme infiniment petite lorsque

le Milieu a ses parties très-déliées. Mais on doit faire attention que la résistance n'en devient pas moindre pour cela , comme on l'a crû souvent , & comme le croient encore plusieurs personnes qui se laissent séduire par un Sophisme. Si les molécules du fluide ont leur diamètre trois ou quatre fois plus petit , si l'épaisseur des lames est considérablement moindre, il y aura aussi un plus grand nombre de ces lames dans le même espace ; ce qui répète la résistance autant de fois précisément qu'elle est plus petite , & ce qui fait une exacte compensation dans l'effet total.

On est tout aussi peu en droit d'insister sur le peu de dérangement que souffrent les molécules qui cèdent leur place. Nous n'avons garde de prétendre , lorsqu'un cylindre qui a un pied de longueur, suit la direction de son axe , qu'il faut que chaque partie frappée fasse toute cette longueur , pendant que le solide ne parcourt que la petite épaisseur qu'occupoit la lame. Mais malgré le très-petit dérangement auquel chaque molécule est sujette , il faut cependant qu'elle se retire aussi vite que le cylindre avance. Ainsi , toutes les lames considérées les unes après les autres doivent prendre une très-grande vitesse, & faire perdre par conséquent beaucoup de mouvement au mobile, dans le tems même qu'il ne parcourt que sa longueur. Si le cylindre agissoit contre un solide sans ressort , il perdrait précisément la moitié de son mouvement ; mais il doit en perdre davantage par le détail , en agissant successivement contre les tranches du fluide. La raison de cette différence est bien sensible. Le cylindre ne communique pas simplement la moitié de sa vitesse à chacune des tranches , il leur imprime toute celle qu'il a actuellement ou presque toute ; à cause du peu de proportion qu'il y a entre leur masse & la sienne.

C'est une affaire de calcul que d'évaluer la perte précise du mouvement du cylindre ; mais il est extrême-

ment facile d'en venir à bout. Si nous représentons les vitesses du mobile par les ordonnées v d'une ligne courbe, & que les parties de l'axe de cette même courbe ou abscisses x soient les espaces parcourus, les parties infiniment petites dx représenteront l'épaisseur des lames du fluide qui seront continuellement déplacées. Le mouvement que reçoit chacune de ces lames sera exprimé par le petit rectangle élémentaire $vd x$ formé par l'ordonnée ou la vitesse v du corps & par l'épaisseur infiniment petite dx de la lame dont l'unité marquera la surface. Or, ce mouvement que reçoit chaque lame, doit être continuellement égal à celui que perd le cylindre, perte qui est représentée par le produit de dv , par la longueur a du solide & par l'unité qui désigne la grandeur de sa base. Nous aurons donc dans tous les instans du mouvement, $vd x = - a dv$ & $dx = - \frac{a dv}{v}$; ce qui nous apprend que la ligne courbe dont les ordonnées marquent les vitesses actuelles, est une logarithmique, qui a pour soutangente la longueur du cylindre; & si nous nommons b la vitesse initiale, nous aurons $x = Lb - Lv$: C'est-à-dire, que les espaces parcourus dans un Milieu qui est aussi fluide qu'il est possible, lorsqu'on n'ajoute rien aux principes de M. Descartes, sont continuellement proportionnels à l'excès du logarithme de la vitesse initiale sur le logarithme de la vitesse actuelle.

La soutangente de la logarithmique dont nos tables ordinaires sont comme tirées, est 4342945. & si l'on suppose que l'espace x parcouru par le cylindre est de même longueur que ce solide, ou d'une longueur double, il n'y a qu'à chercher dans les tables deux nombres dont la différence des logarithmes soit égale à 4342945, ou en soit le double: Ces nombres exprimeront le rapport selon lequel doit se faire la diminution. On trouvera qu'elle suit à peu près le rapport de 1000 à 368 dans le

premier cas , & celui de 1000 à 135 dans le second. Ainsi , le cylindre doit presque perdre les deux tiers de son mouvement en parcourant seulement sa longueur , & environ les cinq sixièmes en parcourant une longueur double. Il faut remarquer qu'il en perdrait beaucoup davantage , si on supposoit que les molécules du fluide eussent du ressort : Leur action ou l'effet de leur résistance pourroit devenir double ; parce que leur ressort trouveroit un appui dans la lenteur avec laquelle elles se retirent.

Il ne seroit pas difficile de faire voir qu'un globe est sujet en parcourant les $\frac{4}{3}$ de son diamètre , à souffrir proportionnellement les mêmes diminutions de mouvement que le cylindre , en parcourant sa longueur. Si le globe a son diamètre égal à celui du cylindre , il rencontre bien la même quantité de fluide , mais il en rencontre la plus grande partie plus obliquement ; ce qui diminue la résistance précisément de moitié. D'un autre côté , le globe a moins de masse que le cylindre qui lui seroit circonscrit ; ainsi il a moins de mouvement , quoiqu'il se meuve avec la même vitesse. C'est ce qui fait une espèce de compensation , mais elle n'est pas exacte ; & l'avantage est du côté du globe , parce que sa masse est plus grande à proportion ; elle est les deux tiers de celle du cylindre. Eu égard à tout , il faut que le globe parcoure $\frac{4}{3}$ de son diamètre , ou un diamètre & un tiers pour que son mouvement diminue dans le rapport de 1000 à 368 , & qu'il parcoure $\frac{6}{3}$ ou deux diamètres & deux tiers pour que son mouvement diminue dans le rapport de 1000 à 135. Il s'agit ici de pertes réelles ou effectives , & non pas de celles que souffriroit le corps s'il pouvoit se mouvoir uniformément , comme l'a quelquefois supposé M. Newton.

Nous pourrions sans doute nous dispenser de faire observer que la constitution ordinaire de nos mobiles , qui sont tout criblés de trous ou de pores , n'ôte rien de la validité des conséquences fâcheuses qu'on doit tirer

des assertions précédentes contre le sentiment des Cartésiens. Au lieu de considérer le solide entier, il n'y a qu'à jeter successivement les yeux sur toutes ses parties élémentaires, & on leur appliquera séparément tout ce que nous venons de dire du cylindre, ou du globe ou de tout autre corps sensible. Or, si chaque partie doit souffrir une diminution si subite dans sa vitesse, ce sera la même chose à l'égard du mobile entier qui en sera formé. Tout ce qu'on peut nous objecter de plus fort, c'est qu'un seul grain de matière peut souvent en mettre plusieurs & même une infinité comme à l'abri de l'impulsion ou de la résistance du Milieu. Mais dans ce cas, il faut regarder la partie du fluide qui se trouve engagé entre ces corpuscules, comme si elle appartenait au solide même : & alors le premier corpuscule devient comme l'extrémité d'un cylindre très menu, mais dont la vitesse doit également diminuer dans le rapport de 1000 à 368, lorsque le mobile parcourt sa longueur ou quelque autre espace toujours très-court.

III.

Nous avons supposé jusques ici que les parties du fluide étoient parfaitement en repos les unes auprès des autres : Il nous faut voir maintenant le changement que peut produire l'agitation de ces mêmes parties. Il est bien difficile de concevoir ce mouvement dans le plein, & dans un Milieu parfaitement homogène, tant qu'il n'y a pas de cause qui renouvelle continuellement l'agitation. Comment se pourroit-il faire en effet que des molécules qui se touchassent parfaitement & qui ne peuvent avancer sans en rencontrer d'autres qui se meuvent en sens contraire, conservassent leur vitesse un seul instant ? Il ne paroît donc pas trop permis de supposer dans l'Univers Cartésien, que toutes les parties d'un Milieu homogène & parfaitement plein, aient en conséquence d'une

premiere impulsion, des mouvemens qui subsistent vers différens côtés. Mais nous voulons bien pousser la condescendance jusqu'à admettre cette hypothèse : Car nous devons nous prêter à tout, afin de juger des choses plus murement, & de ne pas précipiter nos décisions.

Si un corps solide étoit en repos dans un Milieu tel que celui que nous consentons à feindre, il persévéreroit éternellement à rester en repos, puisqu'il seroit également frappé de tous les côtés : mais s'il se meut, il ne sera plus atteint avec la même vitesse par derriere ; & ce sera tout le contraire de l'autre côté. Car en poussant les parties du fluide qu'il trouve sur son passage, il donnera non-seulement une nouvelle action à leur ressort si elles sont élastiques ; il faudra encore qu'il détruise tout leur mouvement, & qu'il leur en imprime un autre, en leur faisant rebrousser chemin. Lorsque le fluide étoit en repos, le mobile en parcourant sa longueur n'avoit à mouvoir qu'une masse de même volume que lui ; mais il doit maintenant rencontrer dans le même-tems une masse beaucoup plus grande, dont il faut nécessairement qu'il détruise tout le mouvement ; sçavoir de tout ce fluide qui le vient fraper. Il est donc visible que le mobile doit souffrir un retardement incomparablement plus grand dans ce second cas que dans l'autre.

C'est aussi ce que nous allons trouver par un calcul très-court, & que nous rendrons encore plus simple, en suposant que tout le mouvement du fluide se réduit à deux directions contraires. Toutes les parties du Milieu confonduës autant qu'elles puissent l'être, suivront l'une ou l'autre de ces deux directions opposées. S'il est vrai que le mouvement de fluidité soit avantageux à la cause des Cartésiens, nous le rendrons de cette sorte encore plus favorable, puisque nous l'augmenterons dans le sens selon lequel nous ferons mouvoir notre mobile. Nous désignons par V la vitesse des corpuscules du Milieu, & par v celle du cylindre, que nous suposerons plus petite que :

l'autre. Nous nommerons toujours a la longueur du cylindre & x les espaces qu'il parcourt.

Nous devons représenter la quantité du mouvement du cylindre par av ; mais celle du fluide qui vient à sa rencontre n'est pas simplement Vdx : car la quantité du fluide que le cylindre trouve dans le petit espace dx est proportionnelle à la vitesse respective du cylindre & du fluide, c'est-à-dire, que pour avoir la quantité de matière qui survient dans l'espace dx , il nous faut faire cette analogie; $v \mid dx \parallel V + v \mid \frac{V+v}{2v} \times dx$: & il faut prendre la moitié du quatrième terme, parce qu'il n'y a effectivement qu'une moitié des molécules qui avancent vers un côté. Il faut donc multiplier $\frac{V+v}{2v} dx$ par V , & on aura $\frac{VV + Vv}{2v} dx$ pour la quantité du mouvement de la matière rencontrée. Nous aurons par la même raison $\frac{VV - Vv}{2v} dx$ pour la quantité du mouvement de la matière qui frappe l'autre base du cylindre: Et si nous faisons une somme des trois quantités de mouvement, en considérant que celle du fluide qui vient à la rencontre du mobile est négative, nous aurons $\frac{VV - Vv}{2v} \times dx + av - \frac{VV - Vv}{2v} dx$ qui se réduit à $av - Vdx$, quantité totale qui étant divisée par la somme des trois masses, sçavoir par $\frac{V-v}{2v} dx + a + \frac{V+v}{2v} dx = a + \frac{V}{v} \times dx$, nous donnera $\frac{av^2 - Vvdx}{av + Vdx}$ pour la vitesse actuelle du mobile après le choc. Il faut maintenant ôter cette vitesse de celle v que le cylindre avoit dans l'instant précédent; & il viendra $\frac{vVdx}{av + Vdx}$ pour la valeur de la petite perte $-dv$. Ainsi, on a l'équation $2Vvdx = -avdv - Vdvdx$, dont on peut négliger le dernier terme, aussitôt que la vitesse V des molécules du fluide n'est pas infinie

infinie , & on ſçait qu'elle ne peut pas l'être réellement. Nous aurons par conféquent $dx = -\frac{v}{2V}$; & ſi l'on intègre en prenant b pour la viteſſe initiale du cylindre , on trouvera $x = \frac{a}{2V} (b - v)$; ce qui montre qu'il ſuffit toujours que le mobile parcoure un eſpace très-court par rapport à ſa longueur , pour qu'il perde une partie très-conſidérable de ſon mouvement. On voit que la perte de ſa viteſſe eſt continuellement proportionnelle à l'eſpace parcouru : Si un certain eſpace a fait perdre la moitié de la viteſſe , un eſpace double la fera perdre toute entière.

Dans le cas de la deſtruction entière du mouvement du cylindre , on a $x = \frac{ab}{2V}$; deſorte que le mobile commençant , comme nous le ſuppoſons ici , à ſe mouvoir avec une viteſſe b qui eſt moindre que celle V des molécules du fluide , il perdra toujours toute ſa viteſſe avant que d'avoir parcouru la moitié de la longueur de ſon axe. Qu'on juge après cela de la bonté des expédiens auxquels Meſſieurs les Cartéſiens avoient recours pour diminuer la réſiſtance de leur Milieu & pour la rendre nulle ? Ils ne faiſoient pas attention que la plus grande viteſſe des parties du fluide , produit un effet tout contraire , & que ſa ſubtilité plus ou moins grande n'en produit aucun , auſſi-tôt qu'elle eſt portée juſqu'à un certain terme. Mais ce ne ſera plus la même choſe ſi le Méchanisme s'étendant plus loin que ne le penſent ces Philoſophes , on mêle des parties de matiere qui ayent reçu originairement certaine figure & qui ayent été aſſujetties à un petit nombre de différentes loix. Selon la diverſe forme qu'auront ces corpuscules élémentaires , & ſelon qu'ils ſe toucheront ou qu'ils ſeront plus ou moins ſéparés par de la matiere qui n'aura pas été affectée également & qui ne ſera peut-être pas même ſujette à l'inertie , les Milieux quoique plus péſans, pour-

ront faire très-peu de résistance au mouvement des mobiles : la pesanteur , la densité & la fluidité ne dépendront plus absolument les unes des autres : chacune aura sa règle particulière.

De l'Insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer la pesanteur.

I.

(6) **L**A chute des Graves est un Phénomène si simple & en même-tems si général qu'il doit être très facile d'examiner toutes les différentes manieres dont un fluide qui nous environneroit seroit capable de la produire. La cause d'un pareil effet ne peut pas manquer d'être très-simple ; & si on ne la déduit pas aisément du Méchanisme ordinaire , c'est une marque indubitable qu'elle n'y est pas renfermée , ou qu'elle n'en est pas une suite. Tous les autres Phénomènes, si l'on excepte la dureté des corps, sont moins propres à nous éclaircir ce point si important de Physique générale ; parce que dépendant de la combinaison d'un plus grand nombre de causes particulières , il est plus difficile d'épuiser tous les moyens d'explication , & de s'assurer qu'on n'en obtient aucun dans le dénombrement qu'on en fait.

La matiere qui précipite les Graves vers la Terre doit être très-subtile ; nous ne la voyons peut-être pas , parce qu'elle se meut trop vite : mais une preuve certaine qu'elle est d'une extrême subtilité , s'il est vrai qu'elle existe , c'est qu'elle pénètre jusques dans les cavernes les plus profondes , jusques dans le sein des Montagnes ; & qu'en y parvenant elle ne perd rien de sa force , puisqu'elle produit toujours sensiblement les mêmes effets. Cette matiere agissant toujours avec régu-

larité dans toutes les Régions, doit suivre des directions situées selon un certain ordre. Elle se meut dans le sens de l'Equateur ou dans le sens des Méridiens, ou bien elle suit indistinctement la direction d'une infinité de grands cercles autour de la Terre, en formant comme un amas confus de corpuscules souvent sujets à se heurter. Si la matiere étherée ne se meut point ainsi, elle suivra des lignes qui seront verticales ou également inclinées de part & d'autre de la ligne verticale. Il n'est pas douteux que nous n'indiquions ici d'une maniere générale toutes les hypothèses qu'on peut former sur la direction de la matiere subtile, supposée existante. Il ne restera plus qu'à rendre ses parties rondes, ou cubiques, &c. moles, dures ou élastiques, &c.

II.

Il faudroit s'engager dans une Dissertation très-longue si l'on vouloit rapporter toutes les raisons qui excluent chacun des moyens d'explication que renferme notre dénombrement. La chose d'ailleurs a, pour ainsi dire, été déjà faite; car chaque explication ou hypothèse particuliere n'a été que trop réfutée: Il n'est désormais question que de les rassembler toutes & de les réduire sous un petit nombre de chefs, afin de pouvoir en les considérant d'une seule vûë, les comprendre toutes dans le même examen. Les premieres de ces hypothèses font consister la cause de la pesanteur dans un effort de la matiere étherée, qui n'est qu'une simple pression. L'éther en circulant autour de la Terre, fait effort pour s'éloigner du centre, & il prend le dessus des Graves qu'il précipite en bas. Mais, si une simple pression est suffisante pour ébranler un mobile, pour exciter en lui les premiers degrés de motion, elle ne l'est pas également pour agir sur lui lorsqu'il tombe avec une vitesse de trois à quatre cens piés par seconde; & cependant

il faudroit que l'action fut toujours la même , pour faire accélérer le mouvement par des degrés continuellement égaux , conformément à l'expérience. La fin & le commencement de la chute des corps ne se ressemblent pas assez , pour pouvoir être également produits par une pression , qui n'est toujours équivalente qu'à un mouvement très-lent. Qu'on travaille d'un autre côté à donner à l'éther une action excessive, afin qu'il puisse atteindre les corps qui ont déjà beaucoup accéléré leur mouvement , on tombera dans l'inconvénient de trop augmenter sa force à l'égard des Graves qui commencent leur chute. Ainsi , quelque chose qu'on fasse , la loi de l'accélération sera toujours violée. On ne gagnera rien non plus à changer la figure des molécules du fluide ; & il seroit tout aussi inutile de les rendre moles , ou dures , ou de leur donner de l'élasticité. Elles doivent se mettre en équilibre les unes avec les autres , supposé qu'elles soient élastiques ; elles doivent toutes se pousser réciproquement , quelque soit la cause de leur ressort ; & si l'on place entr'elles un corps *Solide* , il arrivera que ce corps sera pressé de toutes parts , mais qu'il ne sera pas plus sollicité à avancer selon une certaine direction que selon toute autre.

Quoique nous évitions avec soin tout détail trop particulier , nous ne devons pas nous dispenser de faire remarquer combien se trompoient ceux qui se contentoient avec M. Descartes , de faire circuler l'éther aussi vite que la Terre. Il faut retrancher de la masse des corps terrestres la capacité de tous leurs pores ; mais comparant un grain de matiere à un égal volume d'éther , la force centrifuge doit être exactement la même , aussitôt qu'ils circulent l'un & l'autre avec des vitesses égales autour de l'axe de la Terre , & nul des deux ne doit vaincre l'autre , puisqu'il y a un équilibre entre les deux efforts. M. Huyghens , est le premier qui ait démontré qu'il falloit que l'éther fit ses révolutions dix-sept fois plus.

vîte que la Terre , pour qu'il eut autant de tendance à s'éloigner du centre , que les Graves en ont à s'en approcher. Mais cette énorme vîteffe ne fuffiroit point encore. M. Hughuens ne faisoit pas attention que la matiere étherée devoit partager son mouvement avec le corps qui tombe, & que ce partage diminueroit au moins l'action de moitié. Il ne remarquoit pas encore , & tous les autres Physiciens qui ont proposé des explications aprochantes de la sienne , y ont auffi peu pensé , que l'éther qui environne un Grave vers la fin de sa chute , ne tend toujours à s'éloigner de la Terre que de quatorze ou quinze piés , ou si l'on veut de vingt ou trente dans une seconde ; il n'est plus question de l'éther qui a imprimé les premiers degrés du mouvement ; cet éther a eu le tems de faire beaucoup de chemin , il s'est déjà éloigné de dix ou douze lieuës , si la chute a seulement duré quatre ou cinq secondes. Mais , se peut-il encore une fois qu'un fluide qui n'agit que par voye de pression , ou dont la vîteffe se réduit tout au plus à vingt ou trente piés dans le sens vertical, fasse impression sur un mobile qui fuit en tombant avec une vîteffe de plus de 100 ou 200 piés ? Nous devons ajouter que si l'on a si peu réüssi à expliquer l'accélération de la pésanteur , on n'a pas mieux rencontré lorsqu'on a voulu rendre compte de sa direction. Quelques Sçavans ont crû que c'étoit la figure sphérique du Tourbillon terrestre qui déterminoit la chute à se faire vers le centre. Mais pour renverser tous les raisonnemens dont on s'est servi pour appuyer cette prétention , on n'a qu'à considérer ce qui se passe dans un vase formé en hémisphère , qui est plein d'eau & dans lequel on plonge des corps légers. La figure de ce vase & toutes les réactions qu'on a imaginées n'empêchent pas que ces corps ne s'élèvent verticalement ; on ne leur voit jamais suivre en montant des rayons obliques , pour se rendre en haut vers le milieu du vase.

III.

Si la chute des Graves est produite par le choc effectif de plusieurs corpuscules, il faut que ces corpuscules, quelque direction qu'ils suivent, ayent une vitesse actuelle de haut en bas qui soit comme infinie, afin de pouvoir atteindre le mobile qui tombe, & de le frapper sensiblement avec la même force. On seroit sans doute très en droit de demander où va se perdre, & d'où vient cette matiere toujours nouvelle, qui descend continuellement selon des lignes verticales, ou selon des lignes obliques également inclinées? Mais pour ne pas nous tourner du côté obscur des objets, & pour éviter des difficultés, qui pourroient aussi-bien ne naître que de la trop grande limitation de nos lumieres, que de la fausseté des hypothéses que nous examinons, il suffit de considérer la matiere étherée lorsqu'elle est arrivée aux environs du Grave, & lorsqu'elle travaille déjà à le précipiter. On n'aura de cette sorte que deux cas à discuter, à moins qu'il n'en résulte un troisième de la combinaison des deux autres.

Les molécules de l'éther ou du fluide qui cause la pesanteur, sont si grosses que leur choc se termine à la surface des corps, ou bien elles sont assez subtiles pour pénétrer dans ces Graves, elles les traversent & il n'y en a que quelques-unes qui se trouvent arrêtées en donnant dans des pores qui sont fermés. Il faut absolument rejeter la première supposition : car si elle avoit lieu, la pesanteur dépendroit de la figure des corps & de la grandeur des surfaces qu'ils présentent en haut. Outre cela, leur gravité disparoîtroit entierement dans une caverne, où toutes les fois qu'ils seroient couverts par quelques autres corps d'une épaisseur suffisante.

L'autre hypothèse ne se soutient pas davantage. Si la Nature l'avoit admise, la texture des Graves chan-

geroit leur pésanteur & troubleroit le rapport que nous   avons qu'elle suit. La gravité seroit conforme    la transparence , qui dépend beaucoup moins de la densité ou de la multitude de parties grossieres renfermées sous le même volume , que de leur simple arrangement. La même quantité de matiere disposée d'une maniere plus ou moins ferrée, ou selon que ses parties se couvroient plus ou moins les unes les autres , p  seroit diversement : au lieu que les expériences faites sur la communication des mouvemens nous apprennent que la gravité suit toujours exactement le rapport des masses. Nous   avons que les parties les plus intimes , quoique mises à l'abri par le voisinage des autres , & quoiqu'un fluide quelque subtil qu'il fût , ne pût les aller choquer , contribuent néanmoins encore à augmenter le poids ; elles ne sont pas perdu  es pour la Nature, dans le plan de laquelle elles rentrent. Il faut donc que le Méchanisme contienne quelque principe qui ne soit pas arrêté dans son exercice par l'obstacle que peuvent former des parties interposées.

*De l'insuffisance du Méchanisme ordinaire dans
l'Astronomie Physique.*

(7) **L**A Philosophie Cartésienne n'est pas plus heureuse lorsqu'elle entreprend de rendre raison de la pésanteur qui s'exerce dans le Ciel , & qui s'opose à la force centrifuge que contractent toutes les Planetes en circulant autour du Soleil. Si l'on admet un grand Tourbillon qui comprenne tout notre syst  me planétaire, il doit être irrégulier vers ses limites , à cause du divers éloignement où sont les Etoiles fixes ou Soleils qui nous environnent. Cette irrégularité ne peut pas manquer d'en apporter dans le cours même de la matiere

céleste : Il y a , peut-être , quelques endroits plus referrés entre le Soleil & les limites du Tourbillon ; & la matiere éthérée est obligée de s'y mouvoir plus vite. Mais l'éther n'accélérant sa vitesse que parce qu'il est plus pressé , il doit en même-tems réagir , faire plus d'effort pour s'étendre dans le sens latéral ; & il repousseroit infailliblement le Soleil en le faisant reculer , s'il n'y avoit pas d'équilibre de part & d'autre de cet Astre. C'est-à-dire , que si la matiere céleste est pressée dans un certain endroit , & si elle est forcée d'y prendre plus de vitesse , elle doit nécessairement être aussi plus pressée du côté diametralement opposé ; & il faut donc toujours que le Soleil occupe comme le milieu , quelque irrégulier que soit le Tourbillon. Or c'est ce qui est absolument contraire aux Phénomènes , ou à ce que nous sçavons certainement du mouvement des Planetes tant principales que secondaires. Car l'endroit où il y a le plus de rapidité est toujours à l'opposite de l'endroit où il y en a le moins ; & le Soleil au lieu d'occuper le milieu des orbites elliptiques , occupe constamment un des foyers ; ce qui ne s'accorde nullement avec la nature des fluides.

Les Sectateurs de M. Descartes ne peuvent faire qu'une seule réponse : Ils diront que les Planetes ne suivent pas exactement la direction des différentes couches du Tourbillon. Les Planetes seroient donc alors sujettes à ressentir l'action de l'éther , de même qu'un bateau qui ne suit pas le fil d'une Riviere , est exposé à un choc continuel. Cette action se compliqueroit avec la force centrifuge du même fluide qu'on regarderoit vraisemblablement comme la cause de la pesanteur de la Planete. Mais de tout cela , il ne résulteroit jamais , ni des Ellipses pour l'orbite , ni toutes les autres particularités des mouvemens célestes. On ne trouvera point que les aires ou secteurs parcourus par les lignes droites tirées de la Planete au Soleil , soient proportionnels aux tems.

On

On ne trouvera pas non plus que l'autre règle de Képler soit mieux remplie ; qu'il y ait un rapport exact entre les cubes des distances moyennes des Planetes au point central & les quarrés des tems de leurs révolutions.

On ne peut pas nier en général la possibilité des Tourbillons. Pourquoi la matiere éthérée ne pourroit-elle pas aussi-bien se mouvoir en cercle , que le vent ou nos torrens rapides ? Mais il est vrai d'un autre côté que , gênés par les faits que nous fournissent les Observations Astronomiques , nous avons à concilier des conditions qui sont réellement incompatibles. La figure à peu près ronde de toutes les Planetes , montre que leurs Tourbillons , s'il est vrai qu'ils existent , doivent approcher d'être sphériques. Il faut qu'ils n'aient pas moins de force centrifuge dans les points qui sont éloignés de leur équateur , que proche de l'équateur même. C'est pour cela que plusieurs personnes à qui nous n'avons garde de vouloir ôter le nom de Physiciens , font circuler avec la même vitesse absolue tous les points de la même couche sphérique : mais ces Deffenseurs trop zélés des principes de M. Descartes devoient penser que la force centrifuge qui naît de ce mouvement & qui doit nécessairement être portée jusques là , se trouve trop grande , considérée sous d'autres aspects. Il résulte par sa décomposition une trop grande force relative dans le sens de la circonférence des Méridiens ; & l'éther qui n'a précisément de force centrifuge que ce qu'il faut selon le rayon du parallele , ou même selon le rayon du Tourbillon , en a toujours trop dans le sens perpendiculaire à ce dernier rayon. Il fait trop d'effort pour passer à la place de l'éther qui est plus voisin de l'équateur ; ce qui doit mettre une confusion continuelle dans l'étendue de chaque couche sphérique.

On ne réussit pas mieux à établir l'ordre entre les différentes couches , qu'entre les différentes parties qui les composent. On fait en sorte , dit-on , par l'équilibre par-

fait qu'on met entre ces couches , qu'elles se contrebalancent exactement ; & il arrive au contraire qu'on met tout sur le bord de sa ruine. Si nous avions différens liquides à faire entrer dans un vase , & que nous craignissions qu'ils se broüillassent , nous placerions certainement le Mercure au-dessous , l'eau au-dessus & ensuite l'huile ; & nous ne nous aviserions jamais de mettre ensemble des liqueurs très-fluides & de les choisir exprès de pesanteur spécifique exactement égale , afin qu'elles ne se mêlassent pas. On veut néanmoins presque toujours d'après M. de Villemor ou le P. Malebranche , que les couches sphériques du Tourbillon fassent un égal effort pour s'élever ou pour s'éloigner du centre. On leur donne pour cela des vitesses qui sont en raison inverse des racines des distances au point central ; & cette fausse précaution qui est si propre à tout gâter , on ne la prend que pour conserver au Tourbillon un état plus stable. On s'est sans doute laissé préoccuper par une des propriétés qu'a ordinairement l'équilibre ; mais qui ne lui est pas nécessairement attachée. Lorsqu'on dérange un système de corps qui se contrebalancent , l'équilibre les fait souvent revenir à leur première situation. Mais les Physiciens qui vouloient introduire à toute force des Tourbillons dans le Ciel , n'ont pas pris garde que le cas étoit tout différent , & que l'équilibre entre les couches devoit produire un effet tout contraire à celui qu'ils se proposoient. D'ailleurs , si on rejette cet expédient , comme on ne peut pas s'en dispenser , on ne sçait plus quel ordre il faut mettre. La vitesse d'une Planete comparée à celle d'une autre , feroit croire que les vitesses absolues des différentes couches sont en raison inverse des racines quarrées des distances au point central : Au lieu que le cours particulier de chaque Planete demanderoit qu'elles suivissent simplement la raison inverse de la distance. On ne trouve en un mot qu'inconveniens , lorsqu'on fait dépendre de l'action d'un fluide le mou-

vement des corps célestes. On ne réussit nullement à constituer des Tourbillons sphériques ou à peu près sphériques ; on leur donneroit plus aisément la forme de cylindres : & après avoir fait un grand nombre de suppositions souvent contradictoires , on est obligé de reconnoître ingénument qu'on n'en est pas plus avancé.

Nous voulons dire que s'il est impossible d'établir une parfaite harmonie entre toutes les parties d'un Tourbillon sphérique , il ne l'est pas moins d'en déduire après cela le mouvement des Planètes. La maniere dont plusieurs Sçavans avoient traité cette matiere , m'invita à l'examiner en 1731 , dans un Mémoire inséré entre ceux de l'Académie des Sciences. J'étendis mes suppositions aussi loin que me le permettoit la Géométrie , afin de considérer mon sujet d'une maniere plus générale. Je tâchois d'embrasser toutes les circonstances qui n'impliquent pas contradiction ; quoiqu'il s'en manque beaucoup que le possible en fait de Physique ait des bornes aussi éloignées. Il est certain , par exemple , que les Cartésiens ne recevant aucune autre loi que celles du mouvement , la matiere quelque subtile qu'elle soit , doit être par tout également dense. Elle n'est affectée que par l'inertie , en tant qu'elle est soumise aux loix du mouvement ; & cette inertie doit être la même dans tous les endroits du Ciel , aussi-tôt qu'on n'admet ni petits vuides , ni matiere inégalement affectée. Malgré cela , je supposois la densité différente , & je me permettois diverses autres suppositions qui favorisoient la cause Cartésienne. Cependant , je trouvai entr'autres choses que le même Tourbillon n'étoit pas propre à faire décrire les deux moitiés d'une orbite elliptique ou de toute autre courbe dont les deux moitiés sont égales. Cette Remarque qui m'étoit fournie par le calcul algébrique , est d'ailleurs fondée sur des raisons qui se présentent d'elles mêmes , aussi-tôt qu'on y fait un peu d'attention.

Lorsque la Planète part de son Périhélie & qu'elle

marche vers l'Aphélie, elle va en même-tems rencontrer le fluide. Ainsi, il faut qu'elle surmonte deux forces, lorsqu'elle s'éloigne du Soleil ; il faut qu'elle agisse contre sa propre pésanteur , & contre la résistance du fluide. La Planète étant arrivée à son Aphélie , elle commence ensuite à descendre , & elle passeroit exactement par les mêmes degrés de vitesse , elle décrirait outre cela des parties de courbe , égales à celles de l'autre moitié , si elle étoit sollicitée dans sa descente par la même force qu'elle avoit eu contre elle en montant. Les forces étant égales dans les deux cas , l'augmentation de la vitesse se feroit précisément par les mêmes degrés, que la diminution s'étoit faite de l'autre côté. Mais au lieu que dans le premier cas , la force totale étoit la somme de l'impulsion du fluide & de la pésanteur , la force qui agit sur la Planète en descendant n'est pas la somme de ces deux forces partiales , mais leur différence : car lorsque la Planète descend , elle va encore rencontrer le fluide ; & l'impulsion qu'elle reçoit se trouve contraire à l'action de la pésanteur. Or , il suit de-là , que la Planète ne doit pas descendre si vite qu'elle avoit monté , & qu'outre cela sa route doit être moins pliée vers le Soleil : Les deux moitiés de la courbe seront différentes.

Ceci est applicable non-seulement aux orbites fixes , le même raisonnement a lieu si l'orbite est mobile ; le même Tourbillon ne satisfait jamais aux deux moitiés , aussi-tôt que du mouvement particulier de la Planète sur son orbite & du mouvement de la ligne des Apfides , il résulte une courbe dont les deux branches sont égales , de part & d'autre du point où la Planète s'est trouvée effectivement dans l'Aphélie. Mais , s'il est si difficile ou pour mieux dire , s'il est impossible de concilier le mouvement des Planètes dans un fluide qui est aussi dense que ces Planètes , l'impossibilité est bien plus frappante lorsqu'il s'agit des Comètes. Maintenant , il n'y a plus

qu'une voix sur leur fujet. On a douté long-tems qu'il y en eût de réellement retrogrades : On croyoit pouvoir attribuer au mouvement de la Terre, & ne regarder que comme une simple aparence optique, leur retrogradation ; mais personne aujourd'hui ne doute du fait. Il est certain que les Comètes traversent dans toutes sortes de sens ces mêmes endroits du Ciel qui sont battus, pour ainsi dire, par la marche des Planètes. De près de quarante Comètes dont on en a exactement les Elémens, il y en a dix-sept ou dix-huit qui ont été retrogrades ; & quelques unes alloient si bien en sens contraire, que leur orbite ne faisoit pas avec l'écliptique un angle de plus de vingt degrés : comme celle de 1698, dont l'inclinaison étoit à peine de douze degrés, celle de 1682 dont l'inclinaison n'étoit pas de dix-huit, celle de 1472, dont le cours retrograde, ne faisoit pas avec l'écliptique un angle de cinq degrés trente minutes. Ne sont-ce pas là des espèces de radeaux, qui, sans rame, sans voile, sans le secours d'aucun agent extérieur, iroient en montant contre le courant d'une Riviere infiniment rapide ? Ainsi, il faut admettre le vuide dans le Ciel, ou bien une matiere qui faute d'avoir été affectée, ne fait point de résistance : l'Astronome Physicien ne sçauroit se dispenser d'adopter cette conséquence qui devient incontestable.

Le mouvement des Comètes porte encore un caractère qui marque l'action d'une pesanteur vers un point central & qui ne marque que cette seule action. Outre que les aires parcouruës par le rayon vecteur sont continuellement proportionnelles aux tems, la vitesse des Comètes ne dépend nullement de la direction qu'elles suivent, mais seulement de leur distance au Soleil. Elles avancent vers un certain côté ou vers un autre, elles descendent directement vers cet Astre ou bien elles s'en éloignent, elles marchent sur une ligne oblique ou perpendiculaire à la direction de leur pesanteur ;

la Comète a toujours exactement la même vitesse, aussitôt qu'elle est à la même distance du point central. Sa vitesse est toujours à celle qu'auroit une Planète qui feroit des révolutions exactement circulaires à la même distance, comme la diagonale d'un quarré est à son côté, ou à peu près comme 1414 est à 1000. Il se passe à l'égard de son mouvement quelque chose de semblable qu'à celui des Graves qui tombent le long d'un plan incliné ou le long d'une ligne courbe. On sçait que la vitesse d'un corps qui tombe obliquement ne dépend pas de la longueur du chemin qu'il a parcouru, ni de la direction selon laquelle il se meut actuellement; mais seulement de la hauteur verticale de laquelle il descend. Si le plan qui soutient le Grave est peu incliné par rapport à l'horison, il n'y aura qu'une petite partie de la pesanteur absolue qui contribuera à faire accélérer la vitesse du corps qui tombe; mais d'un autre côté la longueur du plan sera plus grande, l'accélération se fera plus long-tems, & la compensation ne manquera jamais d'être parfaite: en bas le corps aura toujours exactement la même vitesse quel que soit le chemin qu'il tienne. Que le Grave, au lieu de descendre sur un plan, trace une ligne courbe par sa chute, rien ne sera encore changé; la vitesse fera toujours la même, aussitôt que le corps ne tombera que d'une hauteur déterminée. C'est à peu près la même chose à l'égard des Comètes. Sont-elles parvenues à la même distance du Soleil que la Terre ou que Vénus; il n'est pas nécessaire d'examiner la direction qu'elles suivent, ni si elles s'approchent du Soleil ou si elles s'en éloignent? Elles auront toujours une vitesse qui sera à la nôtre le long de l'écliptique ou à celle de Vénus sur son orbite comme 1414 est à mille: ce qui indique bien assurément une pesanteur continuellement agissante vers le Soleil; mais ce qui ne marque nullement l'action d'un fluide translatif.

Ce n'est pas sans peine qu'on se détache de l'hypothèse d'un fluide qui transporte les Planetes. L'idée en est belle par plusieurs endroits ; elle nous flatte , parce qu'elle nous presente un immense tableau dont nous croyons voir parfaitement la liaison de toutes les parties. Nous avons plus d'une raison pour aimer une majestueuse simplicité dans les Ouvrages de la Nature , comme dans ceux de l'Art : Il nous en coûte trop , lorsque nous entreprenons de nous former une idée distincte de tout ce qui est un peu compliqué. Mais nous ne devons pas non plus nous y tromper : car comme l'a remarqué Théodore , il y a une simplicité dont on ne peut rien attendre & qui n'est d'aucune ressource : Rien n'est moins fécond que ce qui est trop simple. C'est ce que prouvent , peut-être , assez les différentes raisons que nous avons alléguées , & ce que prouvent sans doute encore mieux les efforts inutiles qu'on a fait depuis un siècle , en se permettant quelquefois bien des fautes de Géométrie & de Méchanique , pour tâcher de faire éclore dans le sein des loix du mouvement des Phénomènes qu'elles ne pouvoient produire. Combien de fois n'a-t-on pas travaillé inutilement à racommoder les Tourbillons ? Les mains adroites n'y ont pas mieux réussi que les mal-habiles ou les plus grossieres. Tous les Sçavans n'ont pas agi avec la même franchise que M. Herman , qui a marqué son chagrin par un *utinam* bien expressif. * Mais enfin si les tentatives peu heureuses des Descartes , des Huguens , des Varignon , des Malebranche , des Bernouilli , des Herman , ne montrent pas encore assez l'impossibilité de l'entreprise , nous avons une connoissance plus certaine des faits , qui doit achever de nous décider. Il ne faut que les seules

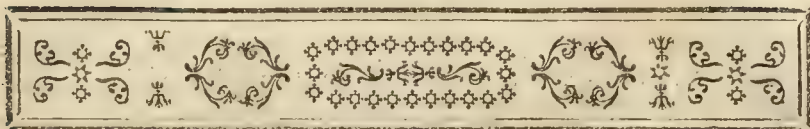
* Voy. la Phoron. pag. 373: *Utinam verò reliqua gravitatis Phænomena. eâdem facilitate in hoc Vorticum systemate. explicare liceret.!*

94 REMARQUES SUR LE PREM. ENTRETEN.

Comètes pour renverser tout l'édifice de la Physique Astronomique Cartésienne ; de même qu'elles suffiroient pour briser entièrement les Cieux solides des Anciens. Le parallele est exact : une de ces idées n'est pas actuellement plus recevable que l'autre. Si les Planetes ont besoin d'un fluide qui les transporte , comment les Cométes peuvent-elles aller en sens contraire ?



SECOND



SECOND ENTRETIEU.

On montre dans cet Entretien , que l'Inclinaison des Planetes ne peut venir que de ce que les couches d'éther qui les entraînent , & dont le Tourbillon Solaire est formé , ne se meuvent pas précisément dans le même sens ; & on fait voir que les changemens les plus considérables qu'on apperçoit , soit dans les Inclinaisons , soit dans la situation des nœuds , sont causés par l'action des couches les unes sur les autres qui tendent mutuellement par leur friction , à mettre une plus grande conformité dans leurs mouvemens.

LA frugalité de notre repas le rendit plus court ; & la Compagnie après s'être reposée , tarda peu à se retirer. Aussi-tôt que nous nous trouvâmes seuls, Théodore prenant la parole nous dit : Qu'il voyoit bien qu'Eugene faisoit dépendre l'Inclinaison des Planetes de la différence obliquité du cours des couches sphériques , dont le Tourbillon est formé. Vous l'avez dit , repartit Eugene ; & quoiqu'Ariste attaché qu'il est aux seuls sentimens de M. Descartes , se soit d'abord déclaré contre cette These , il ne peut pas maintenant se dispenser de l'adopter. Je tremble , je vous l'avoue , pour nos Tourbillons , répondit Ariste , & je crains que toute la disposition ne s'en trouve altérée. Vous exagerez votre crainte , repliqua Eugene , & cependant il n'est plus tems de le faire : Car

vous êtes convenu que l'Inclinaison des Planetes ne peut pas être produite par leurs conjonctions , & que quand même les Planetes seroient quelquefois détournées de la direction de l'éther par quelque cause passagere , elles seroient bien-tôt forcées d'y revenir par le choc continuel de ce fluide. Vous ne pouvez pas douter après cela que l'Inclinaison dont nous cherchons la cause , ne vienne du Tourbillon-même, & que ses différentes couches ne circulent selon différens sens.

Si vous examinez , par exemple , le petit Tourbillon particulier qui environne la Terre , vous serez forcé de reconnoître que la direction de l'éther qui est proche de nous , est indiquée par le mouvement même de la Terre qui tourne sur son centre en 24. heures , & qu'ainsi l'éther se meut ici-bas dans le sens de l'Equateur. Mais puisqu'il n'est pas moins certain que l'Orbite de la Lune nous montre à peu près la direction qu'a la matiere éthérée à quatre-vingt-dix mille lieuës ou à cent mille lieuës d'ici , il est comme démontré qu'il s'en faut beaucoup que toutes les couches du fluide qui circulent autour de nous , suivent exactement le même chemin ; & on voit assez que ce doit être à peu près la même chose dans le grand Tourbillon qui environne le Soleil , & qui emporte la Terre & toutes les autres Planetes autour de cet Astre.

Au surplus , continua-t-il , on reconnoît aisément que les choses doivent être ainsi , aussi-tôt qu'on examine la génération des Tourbillons. Si dans le débrouillement du Cahos , toutes les parties de matiere qui forment chaque couche Sphérique , ont dû s'accorder à se mouvoir précisément dans le même sens , les différentes couches n'ont pas pû s'assujettir de la même maniere à suivre exactement la même direction. Les parties de la même couche sont exposées à se heurter sans cesse , tant qu'elles ne décrivent pas des cercles parfaitement paralleles ; de sorte que c'est par le choc , qu'elles s'obligent à ne suivre qu'un seul chemin , qu'une direction moyenne ou composée,

SECOND ENTRETIEN. 99

qui résulte de la composition des mouvemens particuliers qu'elles avoient toutes. Mais comment voulez-vous ensuite que les couches se sollicitent à embrasser toutes la même direction ? Elles ne le peuvent faire que par leur frottement ou leur friction mutuelle : mais ce frottement ne peut être que très foible dans une matiere aussi fluide que l'éther. Je ne dis pas que dans la premiere institution des Tourbillons , lorsque les couches circuloient d'abord dans des sens très-différens , le frottement ne fût capable d'effet plus considérable , & qu'il ne fit diminuer par des degres très-sensibles l'obliquité des directions. Mais à présent ce ne doit plus être la même chose : Car la friction mutuelle des deux couches doit être moindre à mesure que leurs mouvemens deviennent plus conformes. Outre cela , il s'est pû faire dans les parties même de l'éther quelque changement , qui contribué encore à la diminuer ; c'est ce qui est peut-être cause qu'il est si difficile de découvrir des vestiges de cette friction , maintenant que la machine de l'Univers est comme parvenue depuis plusieurs siècles à un certain état de permanence. Ainsi , vous voyez que les Planetes n'ont différentes Inclinaisons , que parce que les couches du grand Tourbillon ne circulent pas exactement dans le même sens ; vous voyez encore que cette diversité de directions dans l'éther , vient originairement du désordre ou du dérangement où étoit d'abord la matiere ; & de ce que l'action des couches les unes sur les autres , n'a pas été assez forte , pour mettre une parfaite conformité dans leurs mouvemens.

J'entre à la fin dans vos raisons , reprit Ariste ; il me paroît tout comme à vous , que si les couches de la matiere éthérée étoient séparées par des surfaces infiniment polies , elles ne pourroient jamais influer sur le mouvement les unes des autres ; puisqu'en suivant chacune leur direction , elles glisseroient l'une sur l'autre , sans se faire la moindre résistance. Mais aussi-tôt que leurs

surfaces ne seront pas parfaitement polies, & qu'elles seront sujettées au moindre petit engrainement, la friction mutuelle des parties d'éther qui les composent, les assujettira peu à peu à suivre le même chemin. C'est de cette sorte que la matière de tous les Tourbillons a pu s'accorder à circuler à peu près dans le même sens; & ce doit être encore là le grand principe de tous les changemens qui arrivent dans leurs circulations; puisque les couches dont ils sont formés, ne peuvent agir les unes sur les autres que par cette seule voye.

Ce principe, poursuivit-il, dans le moment-même que je vous parle, me dévoile, ou je suis le plus trompé du monde, la cause de je ne sçai combien de mystères d'Astronomie & de Physique. Je puis, par exemple, par son moyen, sans même porter ma vûe au-dehors du petit Tourbillon particulier qui nous renferme, expliquer comment s'est pu faire le changement d'obliquité que plusieurs Astronomes prétendent qu'a souffert l'écliptique par rapport à l'Equateur. J'avois toujours trouvé quelque obscurité dans un endroit des Principes de M. Descartes, où ce grand Philosophe en parlant de l'axe de la Terre, dit en ces termes * que j'ai encore présens à l'esprit : *Interim tamen, quia duæ conversiones Terræ, annua scilicet & diurna, commodius peragerentur, si fierent circa axes parallelos, causæ hoc impediētes paulatim utrimque immutantur; undè fit, ut successu temporis declinatio Eclipticæ ab Equatore minuat.* Je reconnois maintenant que l'écliptique ne peut guères changer de situation: car il faudroit une cause bien puissante pour détourner la Terre de la route qu'elle suit en circulant autour du Soleil; & d'ailleurs les changemens qu'on croit avoir aperçus dans la latitude de quelques étoiles fixes, ne s'accordent pas assez entre eux, pour justifier ce détour. Mais il me paroît que l'Equateur doit être beaucoup plus variable, puisqu'il résulte du mouvement journalier de la Terre sur son propre centre, & qu'il s'en faut beaucoup que ce mouve-

* CLVI.
Part. tert.
Princ. Philosoph.
ol.

SECOND ENTRETEN. 101

vement ne se fasse dans le même sens que tournent autour de nous toutes les différentes couches d'éther qui nous environnent. Il y a bien de l'apparence que vers les limites de notre Tourbillon particulier, les couches d'éther se meuvent dans le même plan que celles du Tourbillon Solaire. Mais si l'on considère un point de notre Tourbillon, moins éloigné, si l'on descend jusques à la Lune, on trouvera, comme vous venez de nous le faire remarquer, que la matière éthérée ne se meut plus dans le même sens, & que l'obliquité est de plus de cinq degrés; & si l'on descend encore plus bas, si l'on vient jusqu'à la Terre, on verra que la différence des directions est encore plus grande, & qu'elle va à près de 23. degrés & demi. Or supposant que la friction mutuelle des parties d'éther soit capable de quelque effet, il est certain qu'elle ne peut pas travailler à assujettir peu à peu toute la matière de notre Tourbillon particulier à se mouvoir précisément dans le même sens, sans tendre à faire changer aussi de situation à l'Equateur de la Terre, & à le rendre moins oblique par rapport à l'écliptique. Ce ne fera, je le sçai bien, qu'après une longue suite de siècles que ces deux cercles se confondront : mais pour peu qu'on reconnoisse la cause qui fait diminuer l'obliquité, on ne craindra pas avec quelques Philosophes, que ce premier changement puisse être suivi d'un autre, qui se fasse en sens contraire. C'est pourquoi lorsque la chose sera une fois arrivée, les hommes jouiront d'un perpétuel équinoxe.

Je m'applaudis fort, interrompit Eugene, de vous voir ainsi commenter M. Descartes, & je reconnois avec plaisir par le *commodius conversiones peragerentur*, que ce Philosophe a fait attention au principe que nous employons. Au reste, je suis très-convaincu que si l'Inclinaison de l'Equateur par rapport à l'écliptique, a souffert effectivement quelque diminution, il n'est pas possible d'en assigner une autre cause. La Terre tournant tous les

jours sur son propre centre , doit tendre à le faire continuellement dans le même sens , par ce principe de Physique ou plutôt de Métaphysique , que chaque chose persiste dans sa maniere d'être. C'est pourquoi si la Terre ne fait plus ses circulations journalieres selon la même direction qu'elle les faisoit autrefois , il faut absolument que ce soit le fluide qui nous environne qui produise le changement , & il ne le peut faire que par voye de friction. Mais si vous le voulez , nous prendrons les choses de plus loin ; nous examinerons d'une façon particuliere les effets du frottement ; & afin de ne pas mêler si souvent la Terre avec le Ciel , nous appliquerons d'abord nos remarques au grand Tourbillon dont le Soleil est le centre.

Je suppose que ACBED *fig. 5.* représente une sphère qui circule de C vers E & vers D sur les deux poles A & B ; de sorte que le grand cercle CED qui est autant éloigné d'un pole que de l'autre , marque la direction précise du mouvement. Cette sphère est renfermée dans une autre qui est creuse , qui la touche dans tous les points de sa surface , & qui tournant sur le pole L , a le cercle CMD pour équateur & pour direction de son mouvement. Cette seconde Sphère doit être ici considérée comme transparente , & comme je ne puis pas la représenter , c'est à votre imagination à y suppléer. Je prends maintenant au hazard un point G sur la surface convexe de la premiere Sphère ; & je considère que pendant qu'il parcourt dans un tems infiniment petit , le petit espace GH qui est une portion du parallele FGK par tout également éloigné du pole A , le point G de la Sphere extérieure parcourt autour du pole L le petit espace GO. D'où il suit que ces deux points qui se touchoient , se meuvent l'un par raport à l'autre de la quantité OH , puisque c'est de cette quantité dont ils s'éloignent , pendant qu'ils parcourent les petits espaces GH & GO. C'est-à-dire donc que pendant que le

point G de la Sphère intérieure fait le petit chemin GH, il doit recevoir le même frottement que s'il demeurait en repos en H, & que si le point correspondant de l'autre Sphère avançoit de H vers O. Mais que doit-il arriver de ce frottement? Il est clair que le point G de la Sphère intérieure fera sollicité à avancer de la quantité HO, & que si la friction n'est pas assez puissante pour lui faire parcourir tout ce petit espace, elle tendra au moins à lui en faire parcourir une partie HQ. Ainsi vous voyez que pendant que le point G de la surface convexe de la première Sphère tend par sa propre vélocité à parcourir GH, le frottement qu'il souffre de la part du point G de la surface concave de l'autre Sphère, tend à lui faire prendre le petit détour HQ : Et si l'on compose ou si l'on réunit ces deux mouvemens, il se trouvera que tout bien compté, le point G qui tendoit d'abord à parcourir GH, tend maintenant à parcourir GQ.

Cela est évident, interrompit Théodore; & je vois par la même raison que le point G de la Sphère extérieure, au lieu de suivre GO, tend à cause de la friction qu'il reçoit, à parcourir GR; parce que la Sphère intérieure se meut par rapport à l'extérieure de O vers H, & tend par le frottement qu'elle produit, à causer le petit détour OR dans le mouvement GO du point G. Je vois aussi qu'on peut dire la même chose de tous les autres points des deux Sphères. Ainsi, il est certain que la diversité qui se trouve dans leur direction, doit disparoître peu à peu; puisque l'angle HGO de l'obliquité se réduit à l'angle QGR qui est plus petit, ou qu'au moins il s'y réduiroit si la diminution d'obliquité étoit exactement la même dans tous les autres points des deux surfaces sphériques. Il ne resteroit plus, ajouta-t-il, qu'à donner une certaine forme à ce raisonnement pour en faire une démonstration exacte du principe que vous avez supposé, & dont Ariste a même déjà voulu faire usage; que dans l'hypothèse des Tourbillons, la friction travaille continuellement

à mettre une plus grande conformité dans le mouvement de toutes les couches.

C'est ce qui n'avoit pas grand besoin de démonstration, reprit Eugene ; mais si vous le voulez, nous allons continuer notre examen. Je demande sur quel point se fera le changement de directions de nos Spheres ; c'est-à-dire, que je veux sçavoir si, lorsque l'angle de l'obliquité ECM formé par les deux équateurs des deux Sphères, se réduit à un angle plus petit, tel que ecm , les nouveaux équateurs se coupent toujours dans les mêmes points C & D ; ou s'ils se coupent dans quelques autres. Je demande en un mot si pendant que l'Inclinaison diminue, les nœuds mutuels conservent la même place, ou s'ils ont quelques progrès ? Mais, répondirent Théodore & Ariste, il y a bien de l'apparence qu'ils doivent avancer dans le même sens que tournent les Sphères. Je le croyois d'abord comme vous, reprit Eugene : Cependant après y avoir sérieusement pensé, j'ai reconnu qu'ils n'ont aucun mouvement.

Pour vous en convaincre, vous n'avez qu'à considérer deux à deux les points des deux Spheres ; examinez en même-tems le mouvement du point G & celui du point g , où se coupent encore les deux cercles FIK & YNX. Le point G de la Sphère intérieure tend à suivre GQ, & le point g tend dans la même Sphere à suivre gq ; parce que la friction à laquelle il est sujet, produit le petit détour hq dans son mouvement gh ; en même-tems que la friction que souffre le point G, produit les détours HQ dans son mouvement GH. Il n'est pas nécessaire que je dise que les détours HQ & hq sont exactement égaux, de même que les petits espaces GQ, & gq ; Car les points G & g sont exposés à des frictions parfaitement égales, à cause de la conformité de leur situation. Mais puisque les points G & g tendent à parcourir les petits espaces GQ & gq , nous n'avons qu'à prolonger leurs directions jusques à ce qu'elles

qu'elles se rencontrent , & si nous composons ensuite leurs mouvemens , nous sçaurons ce qui doit résulter de leur commun effort. Ces directions prolongées se coupent en S , qui est également éloigné de G que de g , & qui répond au Méridien $ALIMB$, qui passe par les poles des deux couches , & qui mesure l'angle de l'Inclinaison ECM , en passant par les points de limite E & M . Outre cela les deux directions GST & sg , sont situées de la même maniere de part & d'autre du plan de ce Méridien. Ainsi , si nous les composons , en faisant attention que les quantités de mouvement GQ & gq , sont parfaitement égales , il résultera une direction moyenne SV , qui conpera par la moitié l'angle gST que font les deux directions , & qui fera perpendiculaire au plan du Méridien $ALEMB$. C'est-à-dire donc , que si chaque points G & g tend , pris séparément à suivre une direction oblique par raport au Méridien , ils tendent cependant joints ensemble à se mouvoir selon un sens perpendiculaire au plan de ce cercle ; parce que leurs obliquités se détruisent mutuellement. Or comme c'est la même chose de tous les autres points de la Sphere $ACEDB$, il est évident que si cette Sphere change de direction dans ces révolutions ; que si elle se meut selon CeD , au lieu de le faire selon CED , son mouvement se fera toujours perpendiculairement au plan du même Méridien AEB . Le nouvel équateur CeD , passera donc par les mêmes points C & D , qui sont les poles de ce Méridien : Et comme on peut prouver de la même maniere que le nouvel équateur CmD de la Sphere extérieure sera également perpendiculaire au Méridien AEB , il faudra qu'il passe aussi toujours par les mêmes points C & D ; d'où il suit que les nœuds mutuels ne seront sujets à aucun changement.

Voilà , dit Ariste , une espèce d'emblème , dont il est maintenant aisé de faire l'aplication. Vos Spheres intérieures & extérieures représentent les différentes couches dont les Tourbillons sont formés ; elles nous mon-

trent que deux couches qui se touchent immédiatement, doivent conserver leurs nœuds mutuels : D'où il suit que les Orbites de deux Planetes voisines, comme Saturne & Jupiter, doivent toujours se couper dans les mêmes endroits. Mais ce ne sont que les nœuds mutuels qui doivent être ainsi immobiles ; ces nœuds qui sont vers le septième degré du Lion & du Verseau. Car tous les autres points des deux Orbites étant sujets à changer, il est évident qu'elles couperont sans cesse l'écliptique dans différens endroits, & qu'ainsi ces derniers nœuds qui sont les seuls que les Astronomes aient coûtume d'observer, auront un mouvement continu. Ce que vous dites, reprit Eugene, de l'immobilité des nœuds mutuels, seroit exactement vrai, si le mouvement de chaque couche n'étoit pas altéré en même-tems par la friction des couches qui sont au-dessus & au-dessous ; ce qui apporte de la complication dans tous les changemens qu'elle reçoit. Mais c'est ce que vous verrez beaucoup mieux en jettant les yeux sur la figure que voici, qui représente le Zodiaque comme étendu & développé.

* Voyez
la Planche
qui est à la
fin de ces
Entretiens,
Fig. 6.

J'ai tracé dans cette figure *, continua-t-il, les routes de toutes les Planetes, & même aussi la route des taches du Soleil. Toutes ces routes paroissent ici courbes, mais leur corbure ne vient que de la façon dont j'ai fait le développement ; j'ai voulu rendre droite la route de la Terre. Une autre chose dont je dois vous avertir, c'est que j'ai beaucoup exagéré l'Inclinaison des Planetes, afin de rendre la figure moins confuse, & elle ne l'est encore que trop : mais cela n'empêche pas qu'elle ne puisse représenter tous les nœuds également bien. Cela supposé, si nous cherchons vers le septième degré du Lion l'intersection M des Orbites de Saturne & de Jupiter ; nous verrons que si la friction mutuelle que se font les couches d'éther qui transportent ces deux Planetes, est capable d'action, elle doit faire retarder par rapport aux Etoiles fixes, les nœuds de Saturne, & faire

diminuer son Inclinaison. Car la friction tendant à faire approcher les deux Orbites l'une de l'autre, ou à diminuer l'angle PMN qu'elles forment en M, elle ne peut pas produire en cela le moindre effet, sans donner une situation comme M n à l'Orbite de Saturne, & une situation M π à celle de Jupiter; ce qui rendroit plus petite l'Inclinaison de Saturne par rapport à l'écliptique, & ce qui feroit en même-tems passer son nœud de N en n . Mais nous ne pouvons rien statuer sur cet article; parce que ne sçachant pas qu'elle est la direction des couches d'éther supérieures, nous ignorons si elles contribuent à augmenter cet effet, ou à le détruire, ou à en produire un contraire. Cependant plusieurs Astronomes, comme Logomontanus & M. Bouillaud font retarder considérablement les nœuds de cette Planete; & dans ce cas son Inclinaison iroit en diminuant. M. Bouillaud, comparant quelques observations faites de son tems avec celle de Tycho, & avec une autre faite à Athenes 1085 ans auparavant, trouve que le nœud avance par an de 26 secondes; mais c'est par rapport au point mobile des équinoxes, qui retarde, comme vous le sçavez, par rapport aux Etoiles fixes d'environ 51 secondes. Ainsi, quoique le nœud avance par rapport au point de l'équinoxe, il retarde réellement, & il le fait de 25 secondes. Si ce retardement a lieu, la diminution annuelle de l'Inclinaison doit être d'environ 4 secondes: C'est ce qu'on trouve en résolvant le triangle Sphérique N M n .

Mais, reprit Ariste, vous pouvez beaucoup mieux juger du changement que doit souffrir l'Orbite de Jupiter; puisque vous sçavez la direction de Saturne qui est au-dessus, & celle de Mars qui est au-dessous. Cependant, comme il me paroît sur votre figure que les Orbites de ces deux Planetes sont situées de différens côtés par rapport à celles de Jupiter, les effets doivent être contraires, & il doit être difficile de déterminer lequel peut prévaloir. Je n'en disconviens pas, répondit

Eugene ; mais on ne laisse pas néanmoins de voir par plusieurs raisons que la couche d'éther qui entraîne Mars, doit plus agir sur le mouvement de Jupiter , que n'agit celle qui entraîne Saturne. D'abord Jupiter est beaucoup plus proche de la premiere de ces Planetes que de l'autre. Mais outre cela la situation particuliere du nœud mutuel Q de Jupiter & de Mars , contribué encore à rendre l'action plus considérable , au moins par raport au mouvement du nœud P de l'Orbite de Jupiter & de l'écliptique. Les couches d'éther qui transportent Mars autour du Soleil , tendent à faire prendre à l'Orbite de Jupiter la situation Q p , qui passe toujours conformément à ce que nous avons démontré , par le nœud mutuel Q ; & d'un autre côté les couches d'éther qui entraînent Saturne , & dont la direction coupe l'Orbite de Jupiter au point M , tendent à faire prendre à cette même Orbite la situation M π . Mais quand même ces couches supérieures & inférieures qui transportent Saturne & Mars , suspendroient à peu près leurs effets par raport à l'Inclinaison de Jupiter , qu'elles tendent à altérer en sens contraire , elles ne le suspendroient pas également par raport à la situation du nœud P. Car si l'angle du changement PQp produit dans l'Orbite PQ par l'action des couches inférieures , est égal à l'angle PM π produit en sens contraire par les couches supérieures , le retardement P p produit par les premieres couches , sera plus grand que le progrès P π causé en sens contraire dans le même nœud par les secondes ; & cela dans le même raport que le sinus de la distance Q P est plus grand que le sinus de la distance P M. C'est pourquoi l'Inclinaison de Jupiter par raport à l'écliptique peut fort bien ne point changer ; parce que les couches supérieures & inférieures se font mutuellement obstacle à cet égard ; mais cela n'empêche pas que le nœud ne doive aller de P vers p , & retarder par raport aux Etoiles fixes ; ce qui s'accorde avec le sentiment de presque tous les Astronomes.

Tout ceci , continua encore Eugene , seroit susceptible de différentes recherches Géométriques ; mais ce n'est point ici le lieu de vous rendre compte de toutes les discussions dans lesquelles je suis entré ; c'est assez que je vous expose mes vûes générales. Si l'on examine de la même manière le mouvement des autres Planetes , on verra que l'Inclinaison de Mars doit un peu diminuer , & que ces nœuds doivent nécessairement avancer par rapport aux Etoiles fixes. Que ceux de Vénus doivent au contraire retarder , mais que son Inclinaison peut demeurer dans le même état , parce que si les couches inférieures d'éther tendent par leur friction à la faire augmenter , les supérieures tendent en même-tems à la faire diminuer. Quant à Mercure son Inclinaison doit diminuer un peu , & ses nœuds doivent avancer avec moins de lenteur que ceux des autres Planetes ; ce qui se trouve confirmé par toutes les observations. Enfin , le chemin que suivent les taches du Soleil , doit aussi changer un peu de direction ; son obliquité doit diminuer , & ses nœuds doivent nécessairement retarder par rapport aux Etoiles. Voilà les effets que doit avoir la friction , supposé qu'elle soit capable d'en avoir.

Je pourrois , poursuivit-il , pour donner du poids à ce que j'avance , alléguer le sentiment des Astronomes qui m'est favorable dans presque tous les points. Mais il faut l'avouer , que le défaut des Observations anciennes fait que la Physique est beaucoup plus en état de nous instruire dans cette rencontre que ne l'est l'Astronomie. Il est vrai , dit Théodore , que nous ne pouvons guères compter sur l'exactitude des Observations faites avant Tycho. C'est de quoi se plaignoit Képler ; & comme sa Physique n'alloit pas tout-à-fait si loin que vous prétendez que va la vôtre , il laissoit à la postérité à prononcer sur toutes ces choses. *Cum igitur destituamur idoneis observationibus Antiquitatis , cogit nos ipsa rei conditio , hanc disputationem , ut multa alia , relinquere posteritati.* Il faut

donc avouer , continua-t-il en souriant , que vous ne travaillez pas ici comme les autres Physiciens , à expliquer des faits connus ; mais que vous nous donnez des espèces de Prophéties , en nous annonçant comment les choses doivent arriver dans les siècles futurs les plus éloignés ; c'est-là prétendre enchaîner l'avenir. Mais malheureusement les changemens dont il s'agit , se font avec une lenteur qui est capable d'impatienter , & pour que vos prédictions soient vérifiées , il faut que le Monde ait encore une durée extrêmement considérable : *Si quidem* , pour me servir une seconde fois des termes de Képler , qui croyoit toujours bonnement que toutes ces choses ne pouvoient être scûes que par les Observations postérieures ; *si quidem Deo placuerit justum humano generi spatium temporis in hoc mundo indulgere , ad residua ista perdiscenda*. Il est certain que vous ne pouviez pas soumettre votre Physique à une épreuve dont vous eussiez moins à craindre.

Je m'aperçois , repliqua Eugene , que les réflexions que j'ai faites ne sont pas absolument mauvaises ; puisqu'au lieu de les combattre par des raisons , vous vous contentez de vous divertir de la trop grande hardiesse avec laquelle vous feignez que je les avance. Mais raillez tant qu'il vous plaira , je crois vous avoir prouvé dans l'hypothèse des Tourbillons , que si les Orbites des Planètes changent de place , & que si elles en changent d'une façon uniforme , sans le faire par fault , ni tantôt dans un sens & tantôt dans un autre , ce qui montreroit que les conjonctions y auroient part , cela ne peut venir que de ce que les couches d'éther altèrent réciproquement leurs directions , en tendant par leur friction à mettre une plus grande conformité dans leurs mouvemens. Il n'en est pas du changement d'Inclinaison des Planètes , ni du progrès de leurs nœuds , comme du mouvement de leur Aphélie & de leur Périhélie. Un léger défaut de commensurabilité entre la durée des révolu-

tions, & l'espece du mouvement d'oscillation par lequel chaque Planete tantôt s'approche & tantôt s'éloigne du Soleil, suffit pour faire changer de place à la ligne des Apfides. Mais aussi-tôt que l'Inclinaison augmente ou diminue, & que les nœuds se meuvent; il faut nécessairement que toute l'Orbite change de place, & que la Planete se détourne de sa direction vers la droite ou vers la gauche, pour circuler dans un autre plan; & il est certain qu'un pareil détour ne peut être causé que par un agent extérieur; qui pousse de côté avec force.

Au surplus, je ne vous affirme point encore que la friction produise actuellement des effets sensibles. Elle en a sans doute produit autrefois; autrement il y auroit beaucoup plus de diversité que nous n'en remarquons dans le cours de toute la matiere céleste dont les Tourbillons sont formés: Mais si les couches d'éther peuvent se mouvoir maintenant sans agir sensiblement l'une sur l'autre, par leur frottement mutuel, leurs directions ne seront pas sujettes à être altérées, & les Orbites des Planetes seront immobiles, à ces accidens près dont nous avons parlé, qui se doivent faire tantôt dans un sens & tantôt dans un autre, & qui sont causés par les conjonctions. Ne soyez point étonné, interrompit brusquement Ariste, si Théodore n'approuve pas la mobilité que vous attribuez aux Orbites. Vous devez vous ressouvenir qu'il ne peut pas manquer de soutenir que tout le Système Planétaire n'est sujet qu'à très-peu de changement, puisqu'il ne juge de l'immobilité même des Etoiles fixes, que parce qu'elles conservent à peu près la même situation par raport aux principaux points de ce Système. M. Newton n'avoit-il pas dit vers le commencement de son troisième Livre, * *Quiescunt etiam stellæ fixæ, propterea quod datas ad Aphelia nodosque positiones servant.* Il imite un Nautonnier qui ayant fait plusieurs fois le voyage de la Jamaïque en Angleterre,

* Corol.
I. Prop.
XIV.

au lieu de conclure qu'il a toujours fait à peu près le même chemin , puisqu'il a toujours passé proche de la Bermude , conclueroit au contraire que cette Isle n'a du tout point changé de place , parce qu'il l'a toujours trouvé vers le même endroit de sa route. Mais vous tardez trop à reprendre le fil de votre discours : Je crois qu'en nous parlant des Planetes , vous avez passé de Mars à Vénus en oubliant la Terre. Elle est cependant une des plus considérables ; & celle , je m'imagine , pour laquelle vous prenez le plus d'intérêt.

Nous y sommes trop attachés , malgré toute notre Philosophie , répondit Eugene , pour que nous puissions l'oublier si aisément. Je ne l'ai au contraire laissée là derrière que pour vous en entretenir plus au long. Il est très-singulier , que presque tous les Astronomes prétendent en même-tems , que les Orbites des Planetes changent de place , & que celle de la Terre soit toujours la même ; quoiqu'elle doive être naturellement dans le même cas que toutes les autres. D'où lui viendrait cette exception ? Il est vrai qu'elle est comme placée au milieu ; mais si elle est ainsi située , il s'en faut beaucoup , qu'en égard à l'Inclinaison , elle suive une direction moyenne : C'est elle au contraire & Mercure , qui s'écartent le plus de la route commune. Supposé donc que les Orbites de toutes les Planetes soient mobiles , ce qui ne peut pas manquer d'arriver , si leurs nœuds ont quelque mouvemens , il est incontestable que l'écliptique , ou que le chemin que fait la Terre autour du Soleil , souffre aussi quelque mutation ; & qu'ainsi les latitudes des Etoiles ne sont pas absolument constantes. Il y a même lieu de croire que la route de la Terre est encore plus variable que les Orbites des autres Planetes ; & il suit de-là que si l'on observe quelque variation dans les nœuds de ces dernières , il doit y en avoir aussi nécessairement dans l'Orbite de la Terre. Au reste , comme le changement ne peut être causé que par l'action des couches d'éther qui
sont

font au-dessus & au dessous de celles qui nous emporte autour du Soleil , & que nous pouvons juger de la direction de ces couches par le chemin que suivent Vénus & Mars ; il suffit de jeter les yeux sur notre figure , pour voir que les deux points A & B , sur lesquels le changement se peut faire , sont situés vers le commencement de *Gemini* & d'*Arcitenens*. C'est pourquoi les Etoiles qui sont vers ces deux points , doivent toujours conserver leur même latitude ; & ce sont celles qui sont situées vers le commencement des Signes de *Virgo* & de *Pisces* , qui doivent en changer le plus.

Il est vrai , poursuit Eugène , que Tycho & quelques autres Astronomes ont déjà soutenu que l'écliptique étoit sujet à changer ; mais ils s'imaginoient que c'étoit sur le point des équinoxes , ne faisant pas attention que ces points sont purement accidentels ; & que s'ils dépendent de la situation de l'écliptique , ils dépendent autant de celle de l'équateur qui n'a aucun rapport immédiat avec cet autre cercle. En effet , que la Terre tourne dans un certain sens ou dans un autre , sur son propre centre , pendant qu'elle est entraînée autour du Soleil par le grand Tourbillon ; cela peut-il causer quelque changement dans cette dernière route , surtout si le mouvement qu'elle a sur son propre centre , diffère beaucoup de celui qu'a vers ses limites le petit Tourbillon dans lequel elle est renfermée ? Mais on sera ainsi toujours sujet à se tromper dans l'Astronomie , tant qu'on n'aura point recours aux lumières de la Physique , pour distinguer les choses qui dépendent immédiatement les unes des autres , de celles qui n'ont que des rapports éloignés. Il suffit de considérer ici la détermination des différentes couches du Tourbillon Solaire , pour voir que si l'écliptique change de place , ce ne peut être que parce que les couches supérieures & inférieures à celles qui nous entraîne , conspirent également à nous faire embrasser un chemin plus approchant de celui qu'elles tiennent. D'un autre côté ,

il est également clair, sur ce que nous avons prouvé ci-devant, que le changement ne se peut faire que sur les points A & B, que nous avons déjà indiqués, vers lesquels les directions de ces couches rencontrent la direction que nous suivons.

Aparemment, dit Ariste, que ce n'est que la prévention où l'on a été pour les points des équinoxes, qui a principalement empêché qu'on n'ait déjà prononcé d'une manière décisive sur la mutabilité ou l'immuabilité de l'écliptique. On s'est attendu à trouver un plus grand changement dans la latitude des Etoiles, qui sont situées vers les points des solstices, & un moindre dans celles des Etoiles qui sont vers le commencement d'*Aries* & de *Libra*; au lieu que c'est tout le contraire: & cela a fait attribuer aux Observations défectueuses des Anciens, toutes les différences qu'on a aperçûes. Maintenant que j'y pense, M. Bouillaud & le P. Riccioli sont tombés dans cette erreur. Pour nous, si nous ne voulons pas décider absolument la question, nous pouvons au moins mettre la postérité en état de le faire aisément: C'est un service que nous ne sçaurions lui refuser, puisque ce n'est que de nous qu'elle peut le recevoir. Nous n'avons qu'à observer dans la dernière précision la latitude d'un certain nombre d'Etoiles, situées dans les endroits où se doivent faire les plus grands changemens. J'approuve fort votre pensée, reprit Eugene; le cœur du Lion, *Regulus*, & *Fomalham* sont à peu près dans la situation que vous demandés. M. de la Hire donne 27'. 6" de latitude Boreale à la première de ces Etoiles, & 21°. 5'. 23" de latitude Australe à la seconde: Ainsi nos Neveux n'auront qu'à vérifier ces deux distances.*

* Voyez les Remarques, num. (1)

Ce n'est que de cette sorte, continua Eugene, qu'on pourra démêler les différentes causes qui font varier l'obliquité de l'écliptique par rapport à l'équateur. Vous voyez que le changement est compliqué: L'écliptique ne conserve pas la même situation, & l'équateur en

change aussi ; mais la variation totale doit être moins considérable , parce que les changemens particuliers se font en sens contraires. Comme dans le petit Tourbillon particulier qui environne la Terre , les couches supérieures se meuvent à peu près dans le sens de l'écliptique , elles travaillent sans cesse à diminuer l'obliquité du mouvement des couches inférieures , ce qui ne se peut pas faire , sans que l'équateur de la Terre ne s'approche un peu de l'écliptique , ainsi que vous l'avez vous-même expliqué. Mais si vous jetez les yeux sur notre Zodiaque , vous verrez que dans le grand Tourbillon qui nous entraîne avec toutes les Planetes autour du Soleil , la friction des différentes couches tend à approcher de l'étoile R , qui est *Regulus* , l'écliptique , ou la route que trace la Terre : & il est évident que l'écliptique ne peut pas s'approcher de cette Etoile , dont la latitude & la déclinaison sont Septentrionales , sans s'éloigner en même tems de notre équateur. Ainsi , si l'obliquité n'est pas la même qu'elle a été autrefois ; & si l'on y a déjà observé une diminution de 23 ou 24 minutes , c'est une marque que le Tourbillon particulier de la Terre a plus fait avancer l'équateur vers l'écliptique , que le Tourbillon Solaire n'a fait reculer ce dernier cercle. C'est aussi ce qui s'accorde parfaitement bien avec la constitution particulière des deux Tourbillons : car comme les couches dans le petit circulent , ainsi que nous l'avons déjà remarqué , selon des directions plus différentes ; leur friction doit produire des accidens plus marqués , & l'équateur doit être maintenant beaucoup plus sujet à recevoir du changement que l'écliptique.

Fin du second Entretien.

REMARQUES SUR LE SECOND ENTRETIEN.

Du changement de situation de l'Ecliptique.

(1) **I**L ne fera pas vraisemblablement nécessaire d'attendre long-tems, pour que les Observations nous apprenent ce que nous devons penser du mouvement de l'Ecliptique & de la cause de ce mouvement. Nous nous bornerons à discuter ici si les circonstances du changement sont conformes au système de la Gravitation universelle ou à celui d'un Tourbillon formé d'un fluide qui transporte les corps célestes. Supposé que la Terre tende à conformer sa direction sur celle des autres Planètes & que cette conformité soit procurée par l'action continuelle des couches de la matière éthérée les unes sur les autres, l'Ecliptique doit changer de place sur les deux points A & B. Cette action des couches, comme nous l'avons démontré, ne tend qu'à diminuer leur inclinaison réciproque, sans faire avancer ni reculer leurs nœuds. Ainsi, selon l'hypothèse adoptée par nos deux Carrésiens, les Etoiles R & F, *Regulus* & *Fomaham* doivent perdre un peu de leur latitude par le changement de situation de l'Ecliptique qui s'approche de ces Etoiles.

Voyons maintenant si c'est la même chose lorsqu'on admet les attractions. Nous avons déjà vu combien ces deux systèmes s'écartent l'un de l'autre dans les effets qu'ils peuvent produire. La Gravitation universelle étant admise, c'est principalement Saturne & Jupiter qui doivent contribuer à troubler le mouvement de la Terre par

leur grande masse & par la combinaison de leurs efforts qui s'ajoutent ou se réunissent ; parce que leurs deux orbites sont presque situées de la même manière par rapport à l'Ecliptique. Mais au lieu que cette dernière ligne tournoit sur les points A & B, elle doit en vertu de la pesanteur de la Terre vers Jupiter & vers Saturne, tourner sur les points C & D qui sont éloignés des nœuds de Jupiter & de Saturne d'environ 90 degrés, & l'Inclinaison doit au contraire rester sensiblement la même. La moitié DC de l'Ecliptique doit avancer un peu sur l'hémisphère austral, & l'autre moitié CD sur l'hémisphère boréal, pendant que l'arc qui mesure les Inclinaisons & qu'il faut concevoir situé perpendiculairement entre le point C de l'Ecliptique & les Orbites de Jupiter & de Saturne, aura toujours sensiblement la même grandeur. En un mot dans le système de la Gravitation universelle, l'Ecliptique doit prendre la situation que nous avons représentée dans la figure 6 par une ligne ponctuée qui ne diffère guères de la ligne droite & qui passe par les points D & C. Ainsi, les latitudes de Regulus & de Fomaham, au lieu de diminuer doivent recevoir quelque augmentation ; ce qui nous fournit effectivement le moyen de soumettre les deux systèmes au Tribunal de l'expérience, en observant dans quel sens les latitudes des Etoiles, dont il s'agit, sont sujettes à changer.

Il n'est pas difficile de s'assurer que l'Ecliptique dans le second système doit prendre la place que nous lui assignons. Nous l'avons déjà comme prouvé d'avance dans le premier Entretien à la page 41, & néanmoins nous l'expliquerons encore ici pour un plus grand éclaircissement. Nous supposerons que PSQ (fig. 3 *) représente la moitié de l'Orbite de Saturne ou de Jupiter qui sont héliocentriquement en conjonction en S. Nous représenterons en même-tems par PCQ une moitié de l'Ecliptique ou de l'Orbite de la Terre que nous trauf-

portons par la pensée à la hauteur de Jupiter ou de Saturne , afin de rendre plus simple l'examen que nous entreprenons.

Pendant que la Terre parcourra le quart PC de l'écliptique en avançant de P vers C , sa tendance vers Jupiter & vers Saturne que nous suposerons toujours en S , fera diminuer l'angle d'Inclinaison CPS & reculer en même-tems le nœud mutuel P en le faisant passer en *p*. Nous négligeons le changement beaucoup plus petit que recevront les orbites de Saturne & de Jupiter , mais tout ne contribueroit encore qu'à faire retrograder le nœud. Quant à la diminution de l'Inclinaison , nous ne devons pas en tenir compte ; car elle sera réparée sous peu de tems , elle le fera lorsque la Terre parcourra l'autre quart CQ de l'écliptique. Les augmentations & les diminutions qui sont très-petites par elles-mêmes se suivent toujours dans un ordre réglé , & les unes rétablissent ce que les autres avoient détruit : c'est pourquoi on peut les négliger. Mais pendant que la Terre parcourt l'arc CQ & qu'elle sera obligée par l'action de Jupiter & de Saturne , de détourner un peu son mouvement , le nœud Q rétrogradera en *q* , de même que le nœud P avoit reculé en *p*. Cela est conforme à ce que nous avons établi ci-devant , que les Attractions font toujours aller en sens contraire les nœuds des Planètes qui sont à portées d'agir les unes sur les autres.

Il résulte de tout cela que l'écliptique sera comme transportée en *pCq* ; & ce sera à peu près la même chose que si ce cercle changeoit de situation sur le point C & sur un autre point D qui n'a pas pû trouver place dans notre figure , mais qui seroit éloignée de C de 180 degrés. Or ce changement se réduit à celui que nous avons marqué dans la figure 6 par la ligne ponctuée DCD. Ainsi , on voit d'une manière évidente que les deux systèmes sont bien formellement en contradiction : Ils conduisent à des variations toutes contraires

sur les latitudes des Etoiles fixes. Mais quoiqu'il ne s'agisse encore que de différences extrêmement légères qu'on a de la peine à saisir, on peut néanmoins en ajoutant foi aux Observations les plus exactes, dire qu'elles déposent déjà en faveur de la Gravitation universelle qui se décèle ici comme par tout ailleurs. M. le Monnier en comparant ses déterminations avec d'autres plus anciennes, trouve que la latitude de Fomaham a augmenté d'environ une minute depuis cinquante ans.

Quant aux changemens d'Inclinaisons que souffrent les orbites des autres Planetes les unes par raport aux autres, nous n'avons pas un assez grand nombre d'Observations & d'Observations exactes pour entreprendre de les expliquer. On ne doit travailler à rendre raison que des seuls faits qui sont parfaitement constatés; & c'est aux Observations Astronomiques à nous en administrer les preuves; à moins qu'on ne voulut en adoptant le principe de la Gravitation universelle prévoir les variations de situations des orbites; & aller, pour ainsi dire, au-devant des Observations, qui ne nous ont pas encore suffisamment instruits de toutes les circonstances particulières des Phénomènes. Il est certain qu'un pareil usage du système de la pesanteur générale doit être désormais regardé comme légitime: Ce système a réussi dans tant de différens cas, qu'on peut supposer qu'il réussiroit également dans tous les autres. Il suivroit de-là que tout ce qu'Ariste & Eugene ont dit sur le frottement des surfaces sphériques qui se renferment les unes les autres, & qui travaillent à diminuer l'angle de leur obliquité réciproque, sans altérer la situation de leurs nœuds mutuels, n'auroit aucune application dans la Physique Astronomique; mais cela n'empêcheroit pas que cette ébauche de Théorie ne pût servir dans la Mécanique & même dans d'autres parties de la Physique.



TROISIE' ME ENTRETEN.

On se sert dans cet Entretien des principes établis cy-devant , pour expliquer différentes particularités du mouvement des Planetes ; la précession des Equinoxes ; la stabilité des næuds des Satellites de Jupiter ; les différentes inclinaisons de l'Orbite de la Lune , &c.

Nous interrompîmes la conversation pour donner à Eugene le tems de se reposer : Nous jouâmes quelques parties d'Echets. Le jeu étant fini , nous recommençâmes notre Entretien ; & Eugene nous dit , que nous pouvions toujours douter de l'efficacité de la friction des parties d'éther les unes contre les autres , parce que nous n'en avions encore vû aucun indice absolument certain : Mais , ajouta-t-il , puisque nous en sommes au mouvement de la Terre , je vais vous parler d'une des affections de ce mouvement , qu'on ne peut , ce me semble , expliquer que par cette cause. C'est la précession des équinoxes , & je suis persuadé que sur la seule exposition du fait , que vous connoissez aussi-bien que moi ; mais dont il faut cependant que je vous renouvelle l'idée , vous tomberez d'accord de ce que j'avance. S, (dit-il , en nous montrant la figure que vous voyez ici) fig. 7. représente le Soleil ; IMNK est la Terre , qui tournant continuellement autour de son propre centre T, est emportée avec son Tourbillon particulier ABCD , sur la circonférence de l'écliptique CEEG. La Terre

en

en faisant ses révolutions journalieres sur son propre centre, ne tourne pas selon le cercle IMNK, mais selon KLM; de sorte que c'est KLM qui est l'équateur, ou plutôt la moitié de ce cercle qui est exposée à notre vûe. Dans l'état où sont ici toutes les choses, le Soleil est dans le plan de l'équateur, parce qu'il répond exactement à la section de ce cercle & de l'écliptique. C'est la ligne MK qui représente cette section, laquelle étant prolongée, passe par le Soleil, & va se rendre à quelque Etoile P, que je suppose se trouver exactement au commencement d'*Aries*. Il faut 365 jours 6 heures 9 ou 10 minutes à la Terre pour achever sa révolution entiere autour du Soleil, & pour que son centre revienne exactement en T: c'est ce qu'on appelle l'année Sydérale; parce que le Soleil paroît se retrouver vis-à-vis de la même Etoile P. Mais comme l'équateur change un peu de situation pendant ce tems-là, qu'il se trouve en mLk, & que sa commune section avec l'écliptique n'est plus la ligne MK, mais mk, qui en diffère de l'angle KTk, qui est d'environ 51 secondes, il suffit que la Terre soit revenue en t; qui est éloigné de T de 51 secondes mesurées sur l'orbe annuel, pour que notre année (l'année tropique de 365 jours 5 heures & environ 49 minutes) soit révolue, & pour que le Soleil paroisse dans l'équateur. Nous en convenons, interrompit Ariste, & il n'est pas nécessaire de pousser le détail plus loin. La Terre étant d'abord en T, le Soleil s'est trouvé sur l'équateur, & a paru vis-à-vis de l'Etoile P, qui a été prise pour le commencement d'*Aries*. Mais un an après, la Terre n'est encore arrivée qu'en t, lorsque le Soleil paroît également sur l'équateur, à cause du changement de situation de ce cercle; & c'est le point p, vis-à-vis duquel cet Astre se trouve, qui est pris cette seconde fois pour point de l'équinoxe. De sorte que le commencement d'*Aries* considéré comme Dodecatémorie, précédée ou va contre l'ordre des signes de la quanti-

té Pp de $51''$; & comme on ne s'avisait pas d'abord d'attribuer ce changement à la Terre, on a cru pendant long-tems que les Étoiles fixes changeoient de place, & qu'elles avançoient selon l'ordre des Signes de la même quantité.

Mais, dites-moi maintenant, reprit Eugene, s'il vous paroît qu'on puisse expliquer cette variation de l'équateur en employant quelque autre principe que l'action des couches de notre Tourbillon particulier, les unes sur les autres? La Terre est entraînée autour du Soleil; mais sa révolution achevée, il se trouve que notre équateur a changé de place, ou que nous ne tournons plus précisément dans le même sens sur le centre de notre globe. Quelle peut être encore une fois la cause de ce Phénomène singulier? Il ne faut pas la chercher dans notre globe même: Car comme il tend à tourner toujours dans le même sens, il faut absolument une cause étrangère pour lui faire changer de direction. Il faut donc que la précession des équinoxes vienne de notre Tourbillon particulier. Comme toutes ses couches ne suivent pas le même mouvement, elles agissent les unes sur les autres & il n'est pas surprenant que leur action fasse retarder les nœuds K & M de la Terre, de la même manière que la friction dans le Tourbillon Solaire doit faire retarder les nœuds propres du Soleil, quoiqu'on n'ait point encore observé ce retardement. Remarquez qu'il seroit fort inutile de chercher une cause plus éloignée; de la faire dépendre, par exemple, de quelques pressions ou de quelque chocs du Tourbillon Solaire. Car que peuvent produire tous ces chocs? Faire accélérer ou retarder le mouvement des couches qui sont les plus éloignées de nous, & faire changer leur direction. Mais comment voulez-vous après cela que ces changemens se transmettent aux couches inférieures & à notre globe, si ce n'est par la friction? Ainsi se seroit retomber dans mon sentiment. Tout cela considéré, je ne feindrai point de

TROISIEME ENTRETIEN. 123

vous dire , que comme il me paroît impossible de rendre raison autrement de la variation de notre équateur , je regarde ce Phénomène comme un indice assuré , que les couches d'éther agissent les unes sur les autres. Je doutois que leur friction mutuelle fût capable de produire des altérations considérables , tant que je n'examinois que l'obliquité de l'écliptique , ou le seul mouvement des nœuds des Planetes principales ; j'en doutois , parce que ces faits sont contestés. Mais l'action de la friction se trouve décelée ici ; & on est forcé de reconnoître qu'elle est encore maintenant capable de se faire appercevoir par ses effets. *

* Voyez
la Remar-
que n. (1)

Pour moi , interrompit Théodore , quoique je n'entreprene pas , & que je fusse même fâché de troubler votre confiance , je vous avouërai que je ne suis point tant étonné de voir * que le diametre MK , dans lequel l'équateur coupe l'écliptique , change de situation de 51" pendant le cours de l'année , que de voir qu'il n'en change pas davantage , & qu'il ne se trouve point absolument dérangé par la révolution de la Terre autour du Soleil. Il me semble que c'est-là vous proposer une grande difficulté : Car ne vous paroît-il pas comme à moi , que la même cause qui transporte un corps , je ne dis pas le long d'une ligne droite , mais le long d'une ligne courbe , doit altérer continuellement sa situation ? Descartes & ses Sectateurs zélés , sont obligés d'avoir recours à la matiere canelée , qu'ils font descendre selon l'axe de chaque Tourbillon ; mais leur explication n'atteint pas même à la moindre vraisemblance. La difficulté que vous proposez , reprit Eugene , n'est pas grande ; d'ailleurs on peut la faire avec autant de droit à un Newtonien qu'à un Cartésien. Je l'ai sentie , & j'ai cherché à la résoudre ; parce qu'il m'a paru effectivement qu'on ne pouvoit pas sans l'éclaircir , concevoir le parallelisme de l'axe des Planetes tant principales que secondaires , ni différentes autres particularités de leur mouvement.

* Voyez
la Fig. précéd.
fig. 7.

Considérez cette figure, *fig. 8.* dans laquelle ABDE est une Sphère qui est transportée de C en N par une puissance appliquée à son centre : il est évident que le diamètre BE se trouvera situé en MP parallèlement à sa première situation. Car le mouvement doit se distribuer également dans la Sphère vers B & vers E de part & d'autre du centre ; & il n'y a aucune cause qui doive faire avancer une des extrémités du diamètre BE plus promptement que l'autre. Mais supposons maintenant que le Globe étant parvenu en N, une nouvelle puissance appliquée encore au même point, détourne selon la ligne NT, le mouvement ; toutes les parties de la Sphère étant situées également de part & d'autre du centre, auront une égale part au détour ; & ainsi elles parcourront toutes les lignes parallèles & également longues : D'où il suit que le diamètre BE se trouvera situé en RS, en conservant toujours un exact parallélisme. Or, ce sera la même chose, quelque nombre de détours qu'on imagine ; & ce sera donc aussi le même cas, si le globe est transporté le long d'une ligne courbe, puisque cette courbe ne sera toujours que l'assemblage d'une infinité de petites lignes droites.

Il n'y aura non plus aucune différence, lorsque la puissance qui transporte le globe, au lieu d'être appliquée au centre, sera appliquée sur sa surface. Que PQRS *fig. 9.* soit un Globe qui tourne sur son centre C, & que ABOE soit un autre Globe beaucoup plus petit, renfermé dans le grand, en un espace creux ABOE, qui ne soit précisément capable que de le recevoir ; & supposons de plus, que la surface convexe du petit Globe & la concave qui la touche, soient parfaitement polies, de manière qu'il n'y ait aucun frottement. Je dis que le petit Globe pendant qu'il sera transporté par le grand autour de son centre C, conservera toujours exactement sa même situation. Aussi-tôt que le frottement est absolument nul, le grand Globe ne peut agir en aucune manière sur

le petit, pour altérer le parallelisme de ses axes comme BE. Car si la force qui transporte le petit Globe, est appliquée à sa surface, elle est toute employée à le faire circuler autour de C; sans qu'il s'en fasse aucune décomposition, qui puisse occasionner le moindre piroüetement. En un mot, la direction de cette force, passe exactement par le centre K, c'est la même chose que si elle ne s'exerçoit que sur ce point; & c'est donc le même cas qu'au paravant. Il résulte de tout cela que l'axe de la Terre doit conserver son parallelisme, & l'équateur sa même situation, malgré notre transport continuel autour du Soleil: C'est ce que demande la premiere institution de la chose. De sorte que s'il y arrive quelque altération, s'il y arrive le plus petit changement possible, c'est une nécessité qu'il soit produit par une cause extérieure, par l'action des différentes couches du Tourbillon les unes sur les autres, & enfin par l'action des dernières couches sur notre Globe. Mais comme l'éther est extrêmement fluide, & que toutes les couches glissent les unes sur les autres avec une si grande facilité, qu'elles n'altèrent presque point leurs directions, la Terre se trouve toujours comme laissée à elle-même: & c'est pourquoi la situation de son axe & de son équateur ne reçoit presque point d'altération, & qu'elle ne change pendant toute une année que d'environ 51 secondes.

Je vois bien, interrompit Ariste, qu'il faut assurer la même chose, non-seulement de toutes les autres Planètes, mais aussi de leurs Tourbillons particuliers, & de toutes les couches qui les forment. C'est-à-dire, que les axes & les équateurs doivent affecter par tout un exact parallelisme, & qu'il est toujours nécessaire d'une autre cause que du transport général autour du Soleil, pour que les axes & les équateurs changent de situation.

On agite quelquefois une question qui paroît n'être que de mots, au sujet des Satellites qui présentent tou-

jours la même face à la Planète principale qui sert de centre à leur révolution : On demande si ces Satellites tournent sur leur propre centre. Je crois que vous & moi nous ne nous proposons pas d'examiner actuellement s'il y a toujours une parfaite analogie entre les manieres Philosophiques de s'énoncer, & les manieres les plus ordinaires de se faire entendre. Mais si une Lune en tournant autour d'une Planete principale lui offre toujours la même face, comme notre Lune le fait à peu près à l'égard de la Terre, elle tourne nécessairement sur son propre centre ; puisqu'elle présente successivement la même face vers tous les endroits de l'espace absolu. On ne peut pas assurément recuser le témoignage d'un Spectateur tranquille & nullement intéressé, qui seroit immobile & placé à une distance infinie. En même tems qu'il verroit le Satellite circuler autour de la Planete principale, il verroit successivement toutes les différentes faces du Satellite. Ce sont là deux choses distinctes, puisque l'une pourroit subsister sans l'autre. Pour passer après cela à la question de Physique, il est évident qu'il faut deux causes différentes pour produire ces deux effets. Il n'en faudroit qu'une, il ne faudroit qu'une force translatrice, si tous les axes ou diamètres du Satellite conservoient un parfait parallélisme. Dans plusieurs de nos machines dont toutes les parties sont liées ensemble, un mouvement produit l'autre nécessairement, comme dans une rouë dont tous les rayons vont se terminer aux jantes. Mais lorsqu'un Globe flotte dans un fluide, il n'y a que quelque sorte de frottement qui puisse le faire tourner, à moins qu'il n'ait reçu à part un mouvement de rotation.

C'est ce qui est certain, reprit Eugene, & c'est ce qui se trouve confirmé d'une maniere particuliere par les circonstances que nous sçavons du Tourbillon de Jupiter. La friction ne peut pas agir sur les nœuds des Satellites de cette Planete ; parce que tous ces nœuds se répondent

exactement , & que comme nous l'avons vû ci-devant , deux couches qui se touchent immédiatement , ne peuvent par leur action l'une sur l'autre , que faire changer leur Inclinaison mutuelle. C'est la même chose d'une troisième & d'une quatrième couche , aussi-tôt qu'elles ont toutes les mêmes nœuds ; & aussi voyons-nous que les Orbites des quatre petites Lunes , coupent encore l'Orbite de la Planete principale au milieu du quinzième degré du Lion & du Verseau , comme elles le faisoient en 1650 du tems du célèbre feu M. Cassini ; quoique Jupiter ait fait depuis six à sept révolutions autour du Soleil.

Je suis fâché , dit Théodore , de trouver si peu de conformité entre le Monde de Jupiter & le petit Tourbillon qui environne la Terre : car les nœuds de la Lune , ou les interseptions de son Orbite & de l'écliptique , retardent par an de plus de 19 degrés ; rétrogradation qui est extrêmement considérable par rapport à celle des nœuds propres de la Terre. Ce qui m'étonne encore plus , c'est que pendant que les nœuds de la Lune ont un si grand mouvement , l'Inclinaison de son Orbite , par rapport à l'écliptique , ne change que très-peu. Mais nous ne sçavons pas , répondit Ariste , combien notre Tourbillon particulier s'étend au-delà de la Lune : Peut-être qu'il ne s'y étend que bien peu , & que l'obliquité des couches qui sont dans cet espace , change par fault & d'une maniere subite ; ce qui fait augmenter considérablement les effets de la friction , quant au mouvement des nœuds. Dans le grand espace qui est entre la Lune & nous , la différence de l'obliquité des couches peut être mieux distribuée ; elle peut se faire par des degrés si insensibles , que la friction se trouve comme nulle , & que la Terre n'en ressente presque point l'effet.

Il n'en faut pas douter , reprit Eugene , qu'on ne puisse imaginer une infinité de diverses dispositions dans les di-

rections des couches de notre Tourbillon particulier, qui soient également propres à expliquer pourquoi les nœuds de la Lune rétrogradent si considérablement, pendant que l'Inclinaison de cette petite Planete est à peu près constante par rapport à l'écliptique. Nous avons vû ci-devant en examinant le Tourbillon Solaire, comment il se peut faire qu'une couche soit entre deux autres, qui suspendent mutuellement leur effet, eu égard à l'Inclinaison, & qui ne le suspendent pas également, eu égard au mouvement du nœud. Au reste, vous n'ignorez pas que l'obliquité de l'Orbite de la Lune, n'est pas absolument constante, & qu'elle varie d'environ une vingtaine de minutes, depuis 5 degrés 1 minute, jusqu'à 5 degrés 20 min. Cette variation, puisqu'elle est sujette à une alternative continuelle, ne peut être causée que par les Syzygies qui se font proche des nœuds, conformément à ce que nous avons dit ce matin. Notre Tourbillon particulier étant fortement comprimé du côté du Soleil & à l'opposite, prend une figure ovale, dont le petit axe est dirigé vers cet Astre. La Lune qui n'est pas tout-à-fait située à l'extrémité de ce Tourbillon, ne s'affujettit pas absolument, comme le pensoit M. Descartes, à tracer une ovale parallele à celle-là; mais toutes les fois qu'elle s'approche des Syzygies, elle se ressent de la plus grande vitesse qu'a la matiere éthérée dans ces endroits retrécis, & il est évident par les raisons que nous avons alléguées, que l'éther qui se trouve comprimé, & dont la vitesse est principalement accélérée dans le sens de l'écliptique, doit altérer l'Inclinaison de l'Orbite de la Lune en divers sens, selon que cette Orbite se trouve convergente ou divergente avec l'écliptique, ou pour m'expliquer en d'autres termes, selon que la Lune avance vers son nœud, ou selon qu'elle l'a déjà passé. Nous apprenons aussi par les Observations de tous les Astronomes, que l'obliquité dont il s'agit, augmente, lorsque les nœuds approchent de la ligne des Syzygies; & qu'au contraire elle

elle diminuë, lorsque les nœuds s'éloignent de cette ligne. Desorte que le terme qui fait la séparation de l'augmentation & de la diminution, se trouve toujours placé dans le passage des nœuds par l'endroit le plus resserré de notre petit Tourbillon.*

* Voyez
les Rem.
num. (3)

Je ne souhaiterois plus, continua-t-il, qu'une chose qui n'a pas un raport immédiat à ce que nous disons ici; mais qui y a cependant raport, & qui peut contribuer à perfectionner la Théorie de la Lune. Je souhaiterois que les Astronomes observassent si cette Planete ne prend pas une plus grande vitesse dans ses Syzygies, lorsqu'elle a peu de latitude, que lorsqu'elle en a beaucoup. Il y a déjà long-tems qu'on a reconnu que tout le reste étant égal, elle se meut plus vite dans les conjonctions & oppositions, que dans tout autre tems. C'est qu'elle reçoit un nouveau mouvement en passant dans des endroits de notre Tourbillon où l'éther se meut avec plus de rapidité. Mais qu'on l'examine avec soin; je suis persuadé qu'elle en reçoit encore plus, lorsqu'elle a moins de latitude, ou lorsqu'elle passe plus précisément dans l'endroit le plus resserré, dans l'endroit où le cours de l'éther est le plus rapide. Or lorsque cette Planete a une fois reçu un plus grand mouvement, elle doit aller un peu plus vite pendant toute sa révolution; & ainsi toutes les circonstances étant d'ailleurs les mêmes, les mois sinodiques & périodiques doivent être un peu plus courts, lorsque les nœuds sont dans la ligne des Syzygies. Vous voyez donc qu'à toutes les choses avec lesquelles on sçait que la vitesse de la Lune a raport, il faut joindre encore la situation des nœuds dont cette vitesse dépend. Il suit de-là que l'argument de la latitude est un des élémens dont on ne doit pas simplement se servir, comme on l'a fait jusques ici, lorsqu'on veut réduire à l'écliptique le lieu de la Lune; mais qu'on doit l'employer aussi dès la premiere institution du calcul, pour

REMARQUE. La vitesse de la Lune, dans les Syzygies, est plus grande que dans les Quadratures.

déterminer le lieu même de cette Planete dans son Orbite.

Ici mes trois amis remarquerent que le Soleil étoit sur le point d'achever sa course , & que l'Occident déjà tout en feu , s'étoit , pour ainsi dire , paré de toutes ses couleurs , afin de mieux recevoir cet Astre. Ils changerent d'entretien , & la conversation en très-peu de tems , roula sur différens sujets. Les réflexions presque toujours sérieuses de Théodore , firent tomber insensiblement le discours sur la Sagesse qui se manifeste si clairement dans la disposition de toutes les parties de l'Univers : Ils dirent qu'il étoit bien facile de reconnoître que ce magnifique Chef-d'œuvre n'étoit pas l'ouvrage du hazard , comme le pensoient Epicure & Lucrece. Ce n'est au contraire , s'écrierent-ils , qu'une Intelligence infinie qui a pû discuter tous les moyens , & discerner entre une infinité de loix possibles , celles qui étoient les plus propres par leur établissement , à répandre de la variété & de la symmétrie , & à lier entre elles toutes ces parties innombrables , qui ont des rapports trop marqués , pour qu'on puisse douter qu'elles n'aient été faites les unes pour les autres. Enfin avant que de partir , Eugene demanda à Théodore ce qu'il pensoit des différentes explications qu'Arifte & lui venoient de donner. Théodore répondit qu'il lui paroissoit effectivement qu'il étoit difficile de dire d'autres choses dans l'hypothèse des Tourbillons qu'il ne pouvoit admettre , à cause des difficultés qui en étoient inséparables : Mais qu'il valoit beaucoup mieux s'en rapporter au jugement d'une COMPAGNIE SÇAVANTE , aux lumières de laquelle les Philosophes de toutes les Sectes , se faisoient gloire de déférer. Il n'y a , ajouta-t-il , qu'à prier notre cher Hôte , qui n'est suspect à aucun de nous , & qui nous a écouté avec toute l'attention d'un Disciple de Pythagore , de faire un précis de notre Entretien. Mais j'exige une condition : Je veux , dit-il , qu'il n'oublie absolument

TROISIÈME ENTRETEN. 131
rien de ce que j'ai avancé en faveur des Attraction ; je
veux de plus , qu'il avertisse que vous m'avez non-seule-
ment empêché de faire usage de ce principe , mais mê-
me de démontrer qu'il fait partie du Méchanisme.

Fin du Troisième & dernier Entretien.

*Deus autem noster in Cælo , omnia quæcumque voluit ,
fecit.*



R E M A R Q U E S

SUR LE TROISIE' ME ENTRETIEN.

*Sur les explications Cartésiennes de la précession
des Equinoxes.*

(1) **I**L n'est pas étonnant qu'une hypothèse imaginée pour satisfaire à un grand nombre de Phénomènes , soit propre à en représenter quelques legeres circonstances. Presque toutes sont également bonnes lorsqu'on ne considère les faits que d'une maniere générale & grossière ; de même qu'une infinité d'objets se ressemblent , lorsqu'étant vûs de trop loin , on ne les apperçoit qu'imparfaitement. C'est donc la discussion scrupuleuse , ou l'application particuliere d'une hypothèse à tous les points de détail , qui peut justifier seule qu'on a trouvé une vraie solution, en fait d'explication physique. Tant que l'hypothèse n'a point encore été mise à cette épreuve , elle ne doit être regardée que comme douteuse ; de même qu'elle doit être rejetée comme fausse , aussi-tôt que soumise à l'examen rigoureux dont nous parlons , elle n'a pû le soutenir.

L'explication qu'on a donnée de la cause de la précession des Equinoxes , est si vague , qu'elle ne prouve rien en faveur de l'action des couches de la matiere éthérée les unes sur les autres. On pourroit recourir avec tout autant de droit à toute autre cause ; & on s'en retireroit aussi bien , en évitant soigneusement d'entrer dans le détail. Il y a même une remarque générale à faire sur l'action des couches du Tourbillon terrestre ; remarque embarrassante qui n'a pas moins de raport à

la fin du second Entretien qu'à la plûpart des choses qui sont expliquées dans celui-ci. Le cours de la matiere éthérée à une grande distance de la Terre , est indiquée par le mouvement de la Lune. Mais lorsque les couches ont travaillé avec succès à se conformer un peu d'avantage dans leurs directions , lorsque l'orbite de la Lune ne fait plus qu'un angle d'environ $18\frac{1}{3}$ degrés avec l'équateur de la Terre , comment se peut-il faire ensuite que cet angle devienne plus grand , & qu'au bout de 9 ans il se trouve d'environ $28\frac{2}{3}$ degrés ?

*Sur la maniere dont les corps qui sont transportés
par leur centre de gravité conserve leur
même situation.*

(2) **I**L vient naturellement en pensée lorsqu'on fait attention à cette propriété qu'ont les Corps de conserver leur même situation malgré leur transport , qu'on pourroit en tirer quelque utilité pour construire un instrument propre à indiquer les différentes directions qu'on suit en marchant. L'expérience dont on a parlé , dans la Préface , (page 19) touchant une assiète , soutenue sur la pointe d'une aiguille , ne peut que confirmer dans cette idée. Car lorsque l'assiète étoit suspendue avec soin , elle conservoit exactement la même situation à l'égard des Régions du Monde , quoiqu'on se donnât assez de mouvemens , qu'on allât & qu'on revînt plusieurs fois sur ses pas. Il ne faut pas croire qu'un instrument construit sur ce principe , pût avoir jamais des usages qui aprochassent beaucoup de ceux de la Boussole. Il seroit sujet au même inconvenient que la plûpart des autres Machines que nous imaginons , qui sont , pour ainsi dire , trop artificielles , ou qui dépendent trop

de l'art que nous y mettons. La situation actuelle de cet instrument, dépendroit de celle qu'il auroit antécédamment, ce qui seroit cause qu'une irrégularité seroit presque toujours suivie d'une autre plus grande, & qu'elle ne seroit jamais réparée : au lieu que l'aiguille aimantée revient d'elle-même reprendre sa première situation. Mais l'épreuve de l'assiète montre que dans certains cas extraordinaires on pourroit se servir de cet expédient, sur tout si l'on construisoit plusieurs de ces machines & qu'on prit soin de varier un peu la manière de les suspendre, afin que leur dérangement ne se fit pas à toutes dans le même sens. Elles n'indiqueroient pas sur le Globe terrestre, supposé exactement sphérique, des lignes spirales comme la Bouffole, elle marqueroit la seule direction des grands cercles.

Sur le Mouvement des nœuds de la Lune, &c.

(3) **U**N article sur lequel l'explication Cartésienne satisfait assez, c'est la variation de la Lune, ou cette accélération de vitesse dans les Syzygies, dont nous devons la première observation au fameux Tycho. Il paroît encore très-naturel que l'ellipse ou l'ovale décrite par la Planète, s'allonge un peu dans le sens perpendiculaire ou selon la ligne des quadratures. Tout le Monde convient maintenant que M. Descartes n'a pas tout-à-fait mal rencontré sur cette seconde particularité. Mais c'est à quoi se réduisent tous les bons succès de son explication, qu'il ne faut pas d'ailleurs trop presser; puisqu'elle n'est pas susceptible d'assez de précision pour servir de fondement à des Tables Astronomiques ou à un calcul rigoureux. A l'égard des autres parties de l'explication, elles sont presque toujours en contradiction avec les Observations. Eugene vient de dire que le

passage des nœuds de la Lune par la ligne des Syzygies sert de terme entre l'augmentation & la diminution que reçoit l'Inclinaison ou l'obliquité des deux Orbites. Cela est extrêmement vrai ; mais par malheur c'est dans un sens tout contraire à celui que notre Cartésien peut avoir dans l'esprit ; & si l'on examiné le mouvement des nœuds , on verra que le mécompte est tout aussi grand. Selon l'explication ces points devroient avancer sans cesse ; au lieu qu'ils retardent toujours effectivement , ou tout au plus ils deviennent stationnaires ; précisément comme le demande le système de l'Attraction

Il n'est question ici que de se rapeller ce qu'on a dit dans le premier Entretien à la page 41 , & d'en faire l'application. Les deux lignes droites BA & CA (*fig. 3.*) représentent la route de la Lune & de l'Ecliptique : Les deux Planetes sont aux environs de leur conjonction & la Lune avance vers son nœud A dont elle est encore un peu éloignée ; les deux directions sont convergentes. Je n'examine point si la Lune suit exactement le courant de la matiere éthérée , ou si elle tient quelque autre route ; mais il est certain que si elle est entraînée par un Tourbillon , le fluide plus comprimé sous le Soleil produira nécessairement deux effets directement contraires aux Observations : Il fera avancer le nœud en poussant la Lune en dehors , & il fera diminuer l'angle d'Inclinaison ou l'angle de convergence FAE. L'hypothèse du fluide ne va pas mieux lorsque la Lune toujours aux environs des Syzygies , s'écarte de son nœud , comme dans la figure 2 , ou que les directions sont divergentes. Le fluide plus comprimé par la présence des deux Astres , fera augmenter l'angle d'Inclinaison & avancer encore les nœuds Deux effets qui sont également contraires aux Observations. Ainsi , on voit que la discussion des faits particuliers , tourne presque toujours en preuve contre l'existence du fluide qui transporte les Planetes. Ce n'est pas assez de dire que cette hypothèse n'explique

pas assez heureusement les Phénomènes , il faut ajouter qu'elle seroit plus propre à en expliquer de tout oposés : Elle ne réussiroit bien que dans un Monde tout autrement disposé que le nôtre. Il s'en faut bien qu'on puisse faire le même reproche au systême de la pesanteur universelle. Cette hypothèse est un flambeau avec lequel on marche sûrement dans l'explication des faits ; elle en éclaire jusqu'aux moindres particularités, jusqu'aux plus légères circonstances. On peut en s'y conformant réduire à un calcul exact tous les mouvemens célestes & leurs plus petites anomalies ; ce qui fournit la dernière épreuve à laquelle on puisse soumettre un systême.

Il ne nous reste plus qu'à terminer ces Remarques par une courte réflexion qui a un égal raport aux trois Entretiens précédens, & qui par cette raison trouve ici naturellement sa place. Nous avons dit en divers endroits qu'on a poussé trop loin dans le Cartésianisme la liberté de faire des hypothèses. Nous reconnoissons actuellement que la chose n'a pas toujours été libre , que souvent on s'est vu obligé d'adopter des suppositions toutes contraires, & que cet inconvenient doit être autant imputé à la Physique qu'on avoit embrassée , qu'à la faute particuliere des Physiciens. Lorsque je considère que l'éther ne doit pas avoir moins de densité que les Planetes même , s'il est vrai que toute la matiere a été également affectée & a la même inertie , je ne puis pas m'empêcher d'inférer que les Planetes suivent exactement le courant du fluide qui les entraîne. C'est le sentiment qu'ont tâché de faire valoir nos deux Cartésiens. Mais si je part d'un autre Phénomène ; si faisant attention , par exemple , à la nature des fluides , je remarque que les endroits les plus rapides dans le Tourbillon Solaire , doivent nécessairement se trouver à l'opposite d'autres endroits rapides , je conclurai tout le contraire de ce que j'inférois ; je me jetterai dans une autre hypothèse. Ainsi le sort de mes opinions ou de mes raisonnemens dépendra des faits

faits qui m'auront le plus frappé ou qui m'auront rendu plus attentif : Toute ma Physique prendra une autre face selon le point où je commencerai. Il faut néanmoins bien remarquer que je raisonnerai toujours en bon Cartésien ou sans m'écarter des principes de cette Secte. Le mal viendra donc de plus loin : il viendra de ce que le Méchanisme ordinaire réputé complet , mais qui est trop limité , ne suffit pas pour concilier tous les Phénomènes. Il faut avoir recours à quelque chose de plus , lorsqu'on veut montrer la connexion qu'il y a entr'eux ; & tant qu'on osera prescrire à la Nature d'autres voyes que celles qu'elle suit , on sera toujours d'autant plus sujet à se tromper , qu'on tirera un plus grand nombre de conséquences. On ressemblera à un Logicien qui se feroit fait une fausse méthode d'argumenter, & qui seroit ensuite tout étonné de voir qu'en partant de principes également certains , il parviendroit à des conclusions contradictoires.

Enfin , il paroît assez par toutes les raisons qu'on a exposées , qu'il faut ajouter aux loix du mouvement quelqu'autre principe ; ne fut-ce que pour donner à certains corps de la dureté & pour produire ce Phénomène si simple & néanmoins si général , la chute des Graves vers la Terre , & le détour continuel que souffre le cours des Planetes qui sont toujours assujeties à tourner autour de quelque point. Nous sommes outre cela décidés sur un article qui nous oblige de rejeter une infinité de suppositions arbitraires. Il ne faut plus mettre de fluide dans le Ciel pour transporter les Planetes : Les espaces célestes sont vuides , ou bien ils sont occupés par une matiere qui n'a point été affectée , ou qui l'a été autrement que celle qui entre dans la composition des corps terrestres. M. Descartes ne demandoit que de l'étendue & du mouvement pour former un Monde comme le nôtre , mais il ne réussiroit seulement pas à former un grain de sable. Disons encore une

138 REMARQ. SUR TROISIE' ME ENTRETIEN.
fois, en terminant ces Remarques , que pour faire de vrais progrès dans la science naturelle , il faut se renfermer dans les vérités d'induction le plus qu'on peut , ou n'admettre que les seules conséquences immédiates & nécessaires : c'est le plus sûr moyen de ne pas tomber dans le même inconvénient que le Logicien qui se feroit laissé prévenir d'une fausse Dialectique.

EXTRAIT DES REGISTRES

DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,

Du 21 Février 1748.

Messieurs Nicole & Clairaut qui avoient été nommés pour examiner *les changemens & les Additions que M. Bouguer a faits à ses Entretiens sur la Cause de l'Inclinaison de l'Orbite des Planetes* , en ayant fait leur raport , L'ACADEMIE a jugé ces Additions dignes de l'impression. En foi dequoi j'ai signé le présent Certificat. A Paris ce 9 Mars 1748.

GRANDJEAN DE FOUCHY,
Sec. perp. de l'Ac. Roy. des Sciences.

E R R A T A.

Page 38 , ligne 22 , lisez le point a. Page 61 , lig. 21 , au lieu de la vérité du , lisez de l'existence du. Pag. 81 , ligne 2 , au lieu de *v* dans l'expression algébrique , lisez *dv*. Pag. 84 , lig. 20 , lisez corps solide. Page 93 , lig. 9 , lisez dont on a. Page 114 , ligne 18 , voulons , lisez pouvons. Page 121 , ligne dern. lisez *précède*. Page 122 , lig. 18 , que le lisez que la.

A V E R T I S S E M E N T

*Au sujet des Remarques qui sont à la fin de chaque
Entretien.*

QUoique ces Remarques soient devenuës assez longues pour former comme des Differtations séparées, elles se rapportent néanmoins, pour chaque Entretien, à certains endroits à la suite desquels on suppose qu'elles soient lûes.

Les Remarq. (1) page 45., *Sur l'Institution des loix du Mouvement*, se raportent principalement au haut de la page 31. Les Remarques (2), page 48, *Sur l'Institution des loix de l'Attraction*, ont raport à ce qui est dit page 31, & dans les pages précédentes 27, 28, 29. Les Remarques (3), page 61, *Sur les principes de la Physique qu'on pourroit substituer aux Attractions*, appartiennent à la page 32. Les Remarques (4), page 67, *Sur l'Insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer la dureté des Corps*, ont raport au bas de la page 33. Les Remarques (5), page 67, *Sur la résistance que font les Milieux au mouvement*, appartiennent à ce qui est dit page 42. Et les Remarques (6) & (7) page 82 & 87, *Sur l'Insuffisance du Méchanisme ordinaire pour causer la pesanteur & dans l'Astronomie Physique*, se rapportent principalement à ce qui est dit au haut de la page 34.

Les Remarques (1) qui sont à la page 116, à la suite du second Entretien, & qui ont pour titre, *Du changement de situation de place de l'Ecliptique*, se rapportent à la page 114.

Enfin, les Remarques (1) qui sont à la page 132 à la fin du troisième Entretien, *Sur les explications Cartésiennes de la précession des Equinoxes*, appartiennent à la

140. A V E R T I S S E M E N T.

page 123 ; celles (2) *Sur la maniere dont les corps qui sont transportes par leur centre de gravité conservent leur même situation , ont raport à la page 124 , & suivantes. Et les Remarques (3) Sur le mouvement des nœuds de la Lune , &c. appartiennent au haut de la page 129.*



De l'Imprimerie de J. CHARDON.

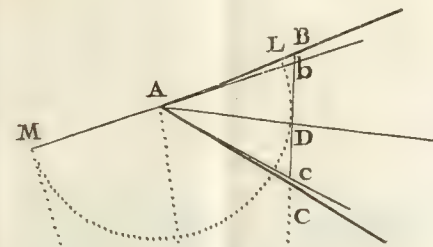


Fig. 1.

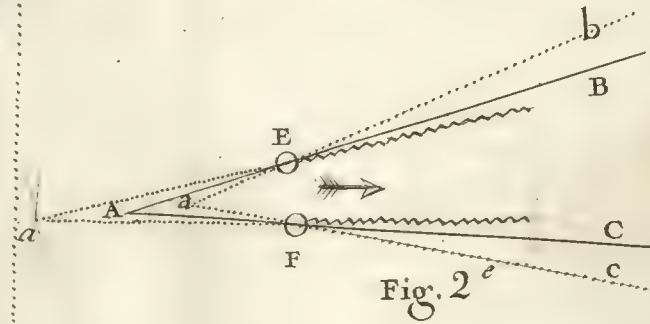


Fig. 2.

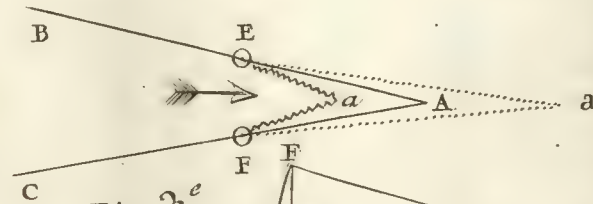


Fig. 3.

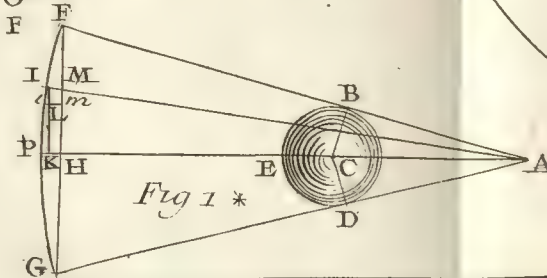


Fig. 1 *

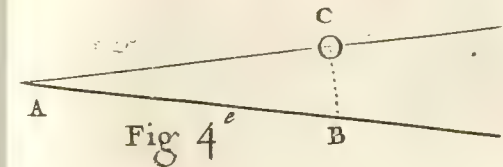


Fig. 4.

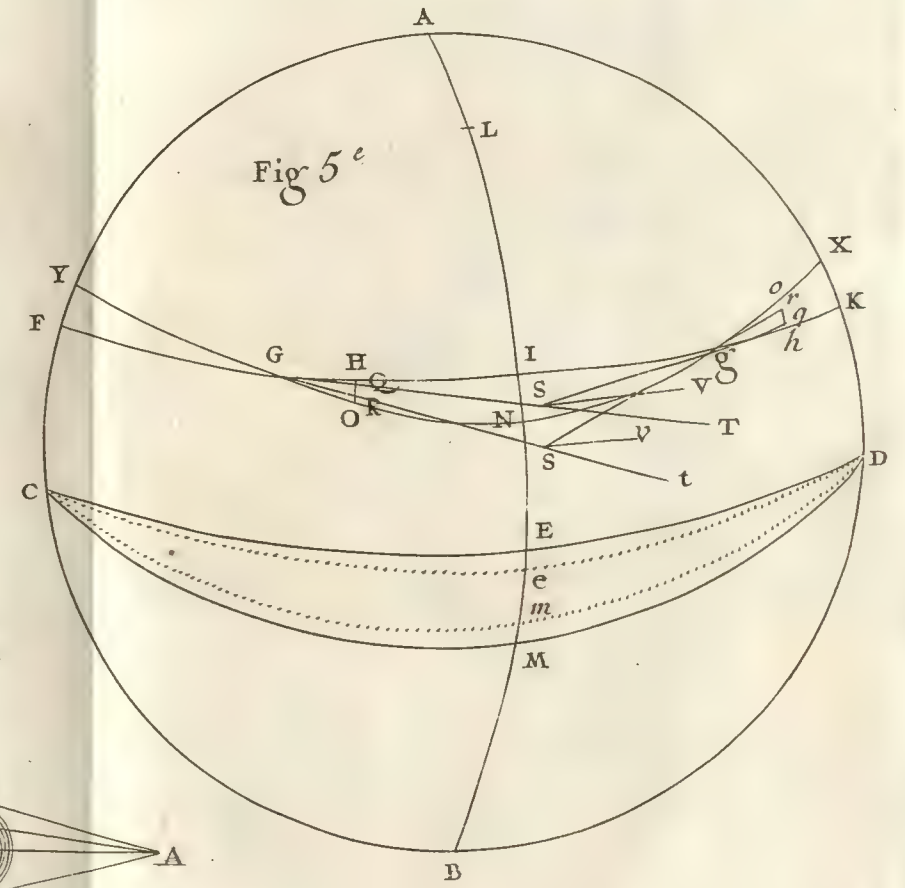
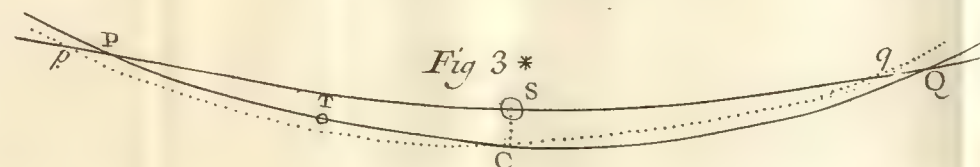
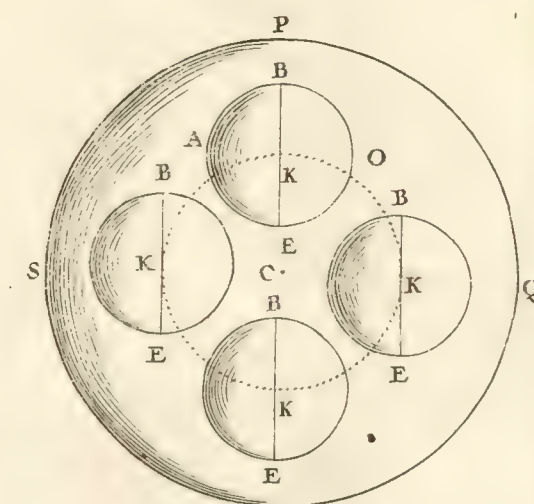
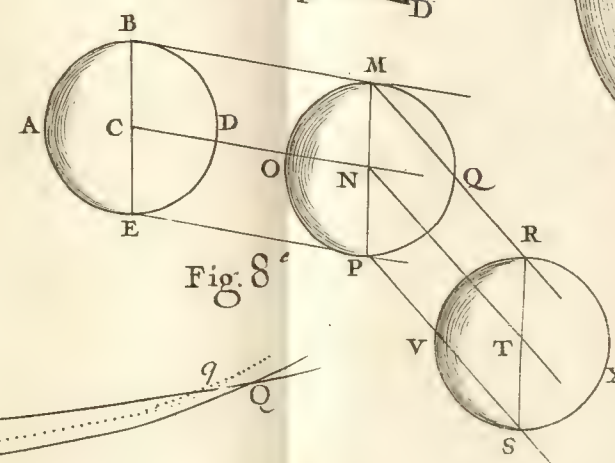
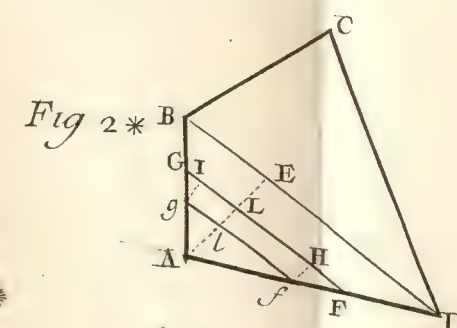
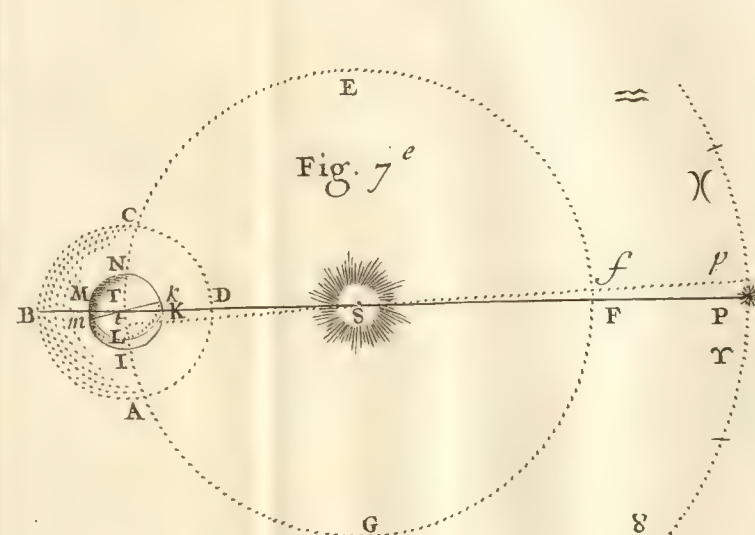
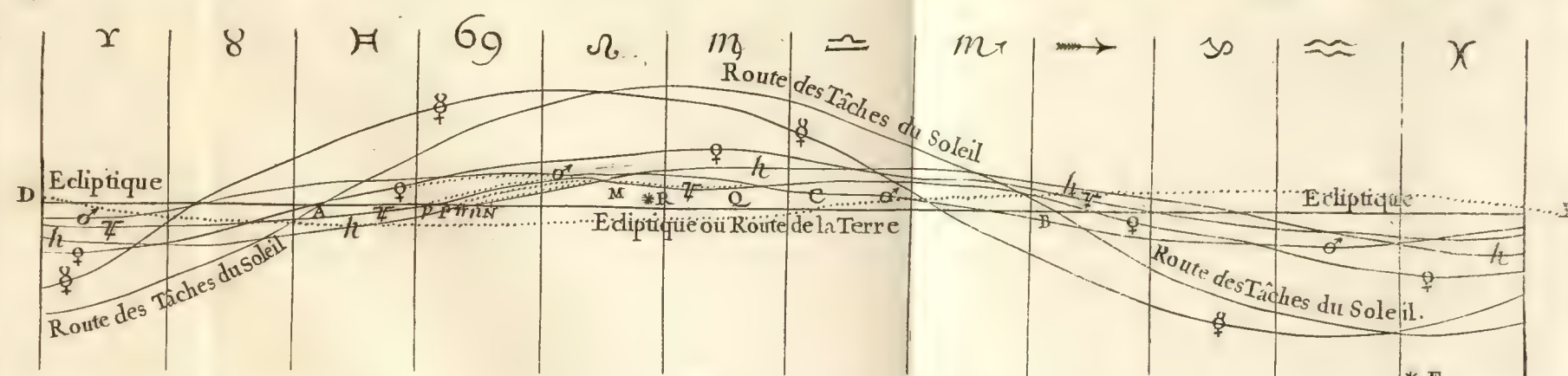


Fig. 5.







ms. a. 157



298
157

7

Pour Monsieur de
Ulloa par son très humble
et très obéissant serviteur

Bouguery

